



Instituto Politécnico de Coimbra

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PROCESSADORES DE CORTE FLORESTAL

Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em
Equipamentos e Sistemas Mecânicos

Autor

Pedro Miguel Sousa Alves

Orientador

**Professor Doutor Carlos José de Oliveira Pereira e Jorge
Alcobia**

Professor Adjunto

Coimbra, dezembro 2014



Departamento

de Engenharia Mecânica

Instalação e Manutenção de Processadores de Corte Florestal

Relatório de estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Equipamentos e Sistemas Mecânicos

Autor

Pedro Miguel Sousa Alves

Orientador:

Professor Doutor Carlos José de Oliveira Pereira e Jorge Alcobia

Professor Adjunto, ISEC

Orientador na empresa:

Pedro Antunes

Eng.º Eletrotécnico, VICORT

Coimbra, dezembro 2014

“O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário.”

Albert Einstein

*Dedico este trabalho aos meus pais, ao meu irmão,
À minha namorada e aos meus amigos,
Que sempre me acompanharam nas diferentes fases da minha vida.*

Agradecimentos

Este espaço é dedicado a todas as pessoas e instituições que deram a sua contribuição para que este trabalho fosse possível. A todos um agradecimento sincero.

- À empresa Vítor Cardoso Lda, pela oportunidade de realização de um estágio que possibilitou este trabalho e pela integração no mercado de trabalho.
- Ao orientador na empresa, o Eng.º Pedro Antunes pelo apoio e orientação ao longo do estágio, bem como ao Pedro Ribeiro e aos restantes colaboradores da empresa pela receção e transmissão de conhecimentos.
- Ao Professor Doutor Carlos José de Oliveira Pereira e Jorge Alcobia na qualidade de orientador, por ter proporcionado inestimavelmente apoio e orientação, pela total disponibilidade e entusiasmo que demonstrou pela realização do estágio.
- Ao Professor Doutor Luís Roseiro pela disponibilidade, orientação e ajuda que proporcionou neste trabalho.
- Por fim, aos meus familiares e amigos por todo o apoio e dedicação ao longo de toda esta etapa.

Muito Obrigado a Todos!

Pedro Alves

Resumo

O Relatório que se apresenta insere-se no âmbito da unidade curricular de Projeto/Estágio integrante do segundo ano do Mestrado em Equipamentos e Sistemas Mecânicos, na área de Especialização em Construção e Manutenção de Equipamentos Mecânicos, do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Este estágio decorreu na Empresa Vicort Lda, na sua filial da Sertã, tendo como objetivo aprofundar a formação do aluno em contexto de trabalho, através da sua inserção nas atividades de manutenção e aplicação dos equipamentos produzidos pela Vicort nomeadamente em Processadores de Corte Florestal e no acompanhamento das atividades de Assistência Técnica.

As tarefas realizadas ao longo do estágio incidiram numa primeira fase, num acompanhamento na parte de manutenção/reparação de processadores, por forma a perceber as funcionalidades dos mesmos, possibilitando uma melhor interação com o produto.

Uma segunda abordagem passou pelo processo de aplicação de processadores de corte em máquinas giratórias industriais de diversas marcas (Caterpillar, Doosan, Hyundai, Volvo, Hidromek), criando para cada marca um respetivo manual de preparação e discriminação do material aplicado.

Numa fase final, devido à análise efetuada na observação dos registos de manutenção procedeu-se ao estudo e análise estrutural do chassi dos motores de pinça única, através de um estudo numérico, com recurso ao método dos elementos finitos, tendo sido utilizado o *software* SolidWorks.

Palavras-Chave: Processador de Corte Florestal, Óleo-Hidráulica, Manutenção, Elementos Finitos.

Abstract

The report presented in this work is within the scope of the Project/Internship, which is the last step to obtain the Master Degree in Mechanical Equipment and Systems - Specialization in Construction and Maintenance of Mechanical Equipment, from Coimbra Institute of Engineering. This internship took place at the company Vicort Lda, at its branch in Sertão, aiming to deepen the student's education in the workplace, through their integration in maintenance activities and application of the equipment produced by Vicort.

The tasks carried out during the internship focused initially in monitoring the maintenance and repair of processors in order to understand their operation and functionality allowing a better interaction with the product.

A second phase went through the application of cutting turntables of various brands (Caterpillar, Doosan, Hyundai, Volvo, and Hidromek) processors process, that consists in the development of an installation manual for each one with the discrimination of applied material.

In the final stage, due to the analysis made in the observation of maintenance records, it has been made a structural analysis of a single chassis clamp engines, via a numerical study using finite element method, performed by Simulation tool with SolidWorks Software.

Keywords: Wood Harvester head, Hydraulic Oil, Maintenance, Finite Elements.

Índice

Índice.....	IX
Índice de figuras.....	XI
Índice de tabelas.....	XIII
Índice de gráficos.....	XIV
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento e Objetivos de Estágio.....	1
1.2. Plano de Trabalhos.....	2
1.3. Estrutura do Relatório.....	3
2. Enquadramento sobre o tema.....	4
2.1. Importância e Diversidade do Setor Florestal.....	4
2.1.1. Aparecimento e Utilização de Processadores de Corte Florestal.....	6
2.2. Apresentação da Empresa.....	8
2.3. Produtos Vicort.....	9
2.3.1. Harvesters.....	9
2.3.2. Processadores de Corte.....	10
3. Produção e constituição de um processador de corte.....	13
3.1. Projeto.....	13
3.2. Constituição de um Processador.....	14
3.2.1. Grupo Chassis e Grupo de Descasque.....	14
3.2.2. Grupo Hidráulico.....	16
3.2.3. Grupo Eletrónico.....	18
3.3. Processos de Fabrico.....	20
4. Atividades de estágio na empresa.....	25
4.1. Preparação e Montagem <i>Harvester</i> CAT 320E.....	25
4.1.1. Proteções Florestais.....	26
4.1.2. Preparação Hidráulica.....	31
4.1.3. Preparação Elétrica.....	39
4.2. Lista de Verificações e Afições.....	42
4.3. Manutenção de Equipamentos e Processadores de Corte.....	47
4.3.1. Manutenção.....	47
4.3.1.1. Evolução da Manutenção.....	47
4.3.1.2. Caracterização, Classificação e Tipos de Manutenção.....	48
4.3.1.3. Manutenção Preventiva em Período de Garantia.....	49
4.3.1.4. Manutenções Corretivas/ Reconstrução de Processadores.....	53
4.3.1.5. Plano de Manutenção Preventiva de Equipamentos Oficiais.....	60

5. Estudo numérico do chassi de pinça única do processador VICORT V340	63
5.1. Introdução ao Método dos Elementos Finitos	63
5.2. Desenho do Modelo Geométrico	64
5.3. Simulação Numérica.....	65
5.3.1. Materiais	65
5.3.2. Contactos	67
5.3.3. Fixações	68
5.3.4. Cargas Externas e Configurações	68
5.3.4.1. Configuração 1- Chassi Totalmente Aberto	69
5.3.4.2. Configuração 2 – Chassi Totalmente Fechado	70
5.3.4.3. Configuração 3 – Chassi a Meio Curso	70
5.3.5. Seleção de Malha.....	72
5.4. Resultados das Diferentes Configurações	73
5.5. Controlo de Malha	78
5.6. Apresentação de Resultados com Controlo de Malha	79
5.7. Estudo Numérico de Frequência e Modos de Vibração	82
5.7.1. Modelo de Elementos Finitos	83
5.7.2. Tipologia de Malha.....	83
5.7.3. Modos e Frequências Próprias de Vibração	83
6. Conclusão e sugestões para trabalhos futuros	86
7. Bibliografia.....	87
ANEXOS	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Processador em operação de abate.....	7
Figura 2.2. Processador em operação de derrame e descasque	7
Figura 2.3. Processador a seccionar e organizar toros.....	7
Figura 2.4. Filial Vicort na Sertã	8
Figura 2.5. Produtos Vicort	9
Figura 2.6. Harvester Vicort c/ Processador V400HD	10
Figura 2.7. Processador V340HD	11
Figura 2.8. Processador V400 HD	11
Figura 2.9. Processador V300HD	12
Figura 3.1. Projeto	13
Figura 3.2. Chassi dos motores com rolos bicos e rolos helicoidais	15
Figura 3.3. Chassi Central V340	15
Figura 3.4. Berço	16
Figura 3.5. Distribuidor hidráulico	16
Figura 3.6. Motores hidráulicos.....	17
Figura 3.7. Motor hidráulico do serrote.....	17
Figura 3.8. Cilindros hidráulicos	18
Figura 3.9. Rotor hidráulico	18
Figura 3.10. Controlador eletrónico	19
Figura 3.11. Mostradores.....	19
Figura 3.12. Electroválvulas e punho de comando.....	20
Figura 3.13. Vista geral da área de produção Vicort.....	21
Figura 3.14. Processo produtivo de um Processador de Corte	21
Figura 4.1. Harvester Caterpillar 320E LN	26
Figura 4.2. Proteções superiores CAT 320E	27
Figura 4.3. Proteções laterais.....	28
Figura 4.4. Proteção dos faróis e tubos hidráulicos.....	29
Figura 4.5. Proteção dos cilindros hidráulicos e suporte de extintores	30
Figura 4.6. Proteções inferiores e de rastos	30
Figura 4.7. Pendural fixação do processador.....	31
Figura 4.8. Válvula proporcional de pilotagem.....	33
Figura 4.9. Válvulas de atuação e alternância (corte, on-off, “ou”).....	34
Figura 4.10. Ligações de retorno e dreno	35
Figura 4.11. Coletor da lança.....	36
Figura 4.12. Radiador hidráulico auxiliar.....	37
Figura 4.13. Ligações radiador hidráulico auxiliar.....	37
Figura 4.14. Guincho hidráulico.....	38
Figura 4.15. Joysticks de comando Vicort	39
Figura 4.16. Fixação da consola e controlador	40
Figura 4.17. Sistema de iluminação	41
Figura 4.18. Kit opcional de pás reversíveis	42
Figura 4.19. Intervenção no distribuidor hidráulico	53
Figura 4.20. Reparação do motor hidráulico dos rolos laterais.....	54
Figura 4.21. Manutenção corretiva do motor hidráulico do serrote	55
Figura 4.22. Intervenção da bomba hidráulica Kawasaki	56

Figura 4.23. Manutenção corretiva cavilha do berço	57
Figura 4.24. Reconstrução do processador V340	58
Figura 4.25. Reconstrução processador/Quebra estrutural chassi dos motores.....	59
Figura 4.26. Reparação/Reforço do chassi dos motores.....	59
Figura 4.27. Reparação/reforço do chassi dos motores	60
Figura 4.28. Fresadora manual	61
Figura 5.1. Representação esquemática do elemento solid tetraédrico parabólico	63
Figura 5.2. Modelo geométrico 3D	64
Figura 5.3. Chassi original.....	64
Figura 5.4. Modelo de análise estática	65
Figura 5.5. Definição dos contactos	67
Figura 5.6. Condições fronteira	68
Figura 5.7. Tipos de acionamento do cilindro hidráulico.....	68
Figura 5.8. Configuração 1- chassi totalmente aberto	70
Figura 5.9. Configuração 2- chassi totalmente fechado	70
Figura 5.10. Configuração 3- chassi a meio curso	71
Figura 5.11. Aplicação de massa remota	71
Figura 5.12. Malha de elementos finitos utilizada.....	72
Figura 5.13. Distribuição global de tensões na configuração 1	74
Figura 5.14. Distribuição dos deslocamentos equivalentes na configuração 1	74
Figura 5.15. Distribuição global de tensões na configuração 2.....	75
Figura 5.16. Distribuição dos deslocamentos equivalentes na configuração 2	76
Figura 5.17. Distribuição global de tensões na configuração 3.....	77
Figura 5.18. Distribuição dos deslocamentos equivalentes na configuração 3	78
Figura 5.19. Controlo de malha	78
Figura 5.20. Distribuição global das tensões de von Mises c/ controlo de malha.....	79
Figura 5.21. Isovalores da distribuição de tensões de von Mises – 120 MPa	80
Figura 5.22. Distribuição dos deslocamentos equivalentes c/ controlo de malha	81
Figura 5.23. Coeficiente de segurança global e na zona de fissura	81
Figura 5.24. Diagrama de blocos de uma FFT	82
Figura 5.25. 1º modo de vibração da configuração 3	84
Figura 5.26. 2º modo de vibração da configuração 3	85
Figura 5.27. 3º modo de vibração da configuração 3	85

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1. Cronograma representativo das fases de estágio	2
Tabela 3.1. Equipamentos de Produção.....	23
Tabela 4.1. Lista de verificações	43
Tabela 4.2. Relatório de manutenção	51
Tabela 4.3. Plano de manutenção fresadora vertical	62
Tabela 5.1. Tabela resumo dos materiais e suas propriedades	66
Tabela 5.2. Características da malha do modelo de elementos finitos	72
Tabela 5.3. Frequências e modos próprios de vibração.....	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1. Distribuição dos principais usos do solo em Portugal.....	4
Gráfico 2.2. Distribuição das espécies florestais em Portugal	5
Gráfico 5.1. Convergência de malha do chassi	73
Fluxograma 3.1. Divisão estrutural do Processador	14
Fluxograma 4.1. Evolução da manutenção.....	48
Fluxograma 4.2. Funções técnicas da manutenção	48
Fluxograma 4.3. Tipos de manutenção.....	49

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento e Objetivos de Estágio

O Mestrado em Equipamentos e Sistemas Mecânicos, ministrado pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, consiste num curso de especialização com a duração de dois anos letivos. O primeiro ano integra dez unidades curriculares lecionadas e o segundo ano integra uma única unidade curricular destinada à execução de um projeto ou à realização de um estágio de natureza profissional, com apresentação de um relatório final. No âmbito da unidade curricular do segundo ano de Mestrado, mais concretamente, na área de especialização de Construção e Manutenção de Equipamentos Mecânicos, surgiu a oportunidade da realização de um estágio curricular na empresa Vitor Cardoso, Lda sendo a mesma responsável pela patente da marca Vicort.

Trata-se de uma empresa metalomecânica que se dedica à construção e manutenção de máquinas agrícolas e florestais, caracterizada pelo dinamismo, profissionalismo e consolidação de mercado, proporcionando assim ao aluno atividades que se enquadraram na área de especialização do presente mestrado.

Com o devido interesse, o aluno efetuou um primeiro contacto com a empresa. Contacto esse que, numa fase posterior, teve a concordância do Conselho Técnico-Científico do ISEC tendo resultado num acordo entre ambas as instituições. Dessa forma, foi apresentada à empresa, uma proposta de estágio curricular com a duração de 1560 horas. No decorrer do estágio foram aplicados conhecimentos adquiridos ao longo de todo o percurso académico, permitindo um contato em contexto real com diversos tipos de sistemas mecânicos, bem como o desenvolvimento de competências ao nível da resolução de problemas complexos. A participação em diversas atividades de manutenção e montagem de equipamentos na entidade, assim como, a atribuição de responsabilidades de acompanhamento de trabalhos de montagem e soluções ao nível de assistência técnica, foram de extrema importância na aprendizagem realizada e competências adquiridas. Neste contexto destaca-se o desafio lançado pela empresa no decorrer do estágio para a elaboração de manuais de montagem dos processadores de corte em máquinas giratórias industriais, por forma a selecionar e possuir um registo de todo o material a utilizar numa aplicação deste tipo. No acompanhamento das atividades de manutenção ao longo do estágio surgiu a possibilidade de identificar e estudar a quebra estrutural no chassis dos motores de pinça única através do método dos elementos finitos.

1.2. Plano de Trabalhos

De acordo com a disponibilidade e as necessidades da empresa acolhedora do estágio, propôs-se que as atividades a desenvolver decorressem de acordo com as seguintes fases:

Fase 1 – Preparação do estágio e aprofundamento das matérias a desenvolver;

Fase 2 – Enquadramento/estudo dos modelos produzidos na empresa;

Fase 3 – Criação de Manuais Técnicos de Montagem Hidráulica/Check-list de materiais a usar para montagem dos processadores nas várias marcas de máquinas Giratórias;

Fase 4 – Assistência Pós-Venda/Reparação de Equipamentos Hidráulicos;

Fase 5 – Falhas nos Equipamentos em funcionamento nos clientes/Histórico de avarias;

Fase 6 – Acompanhamento do processo de Montagem de equipamentos novos / Testes Hidráulicos das máquinas antes de entregar ao cliente;

Fase 7 – Verificação de anomalias existentes em equipamentos Usados (fim de vida) / Reconstrução de processadores usadas;

Fase 8 – Redação da dissertação.

No Cronograma da tabela 1.1., é possível verificar a distribuição das fases, anteriormente enunciadas, ao longo das 1560 horas de estágio.

Tabela 1.1. Cronograma representativo das fases de estágio

Mês	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.
N.º horas	160	176	160	168	160	168	160	184	88	96
Fase 1										
Fase 2										
Fase 3										
Fase 4										
Fase 5										
Fase 6										
Fase 7										
Fase 8										

1.3. Estrutura do Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em seis capítulos.

No primeiro capítulo pretende-se dar a conhecer o fundamento do relatório e os objetivos que se desejam atingir com o mesmo, apresentando o plano de trabalhos proposto e a estrutura do relatório.

No segundo capítulo será feito um enquadramento ao abate florestal e ao aparecimento de sistemas mecanizados para o setor florestal, apresentando-se de seguida a empresa onde foi realizado o estágio, bem como uma breve apresentação dos seus principais produtos.

No capítulo três descreve-se a constituição e o processo produtivo de um processador de corte florestal, sendo este o sistema mecânico sobre o qual incidiram as atividades de estudo e as tarefas de estágio realizadas.

No capítulo quatro enunciam-se as atividades realizadas durante o período de estágio na empresa, nomeadamente a aplicação de processadores de corte em giratórias industriais e a sua manutenção.

No capítulo cinco apresenta-se a análise de uma das falhas encontradas no processador de corte V340, com recurso ao *software SolidWorks Simulation*, efetuando a análise e estudo do chassi de pinça única do processador de corte através do método dos elementos finitos.

Por último, no capítulo seis efetua-se a análise do trabalho desenvolvido, sendo enunciadas algumas conclusões e perspetivas para trabalhos futuros.

2. ENQUADRAMENTO SOBRE O TEMA

2.1. Importância e Diversidade do Setor Florestal

Desde a segunda metade do século XIX que se tem dado relevo às políticas de florestação. Portugal apresenta hoje uma cobertura florestal muito elevada, segundo os dados do 6º inventário florestal nacional [1] a distribuição dos principais usos do solo em Portugal, como ilustra o gráfico 2.1., mostra que 35% do território nacional pertence ao uso florestal.

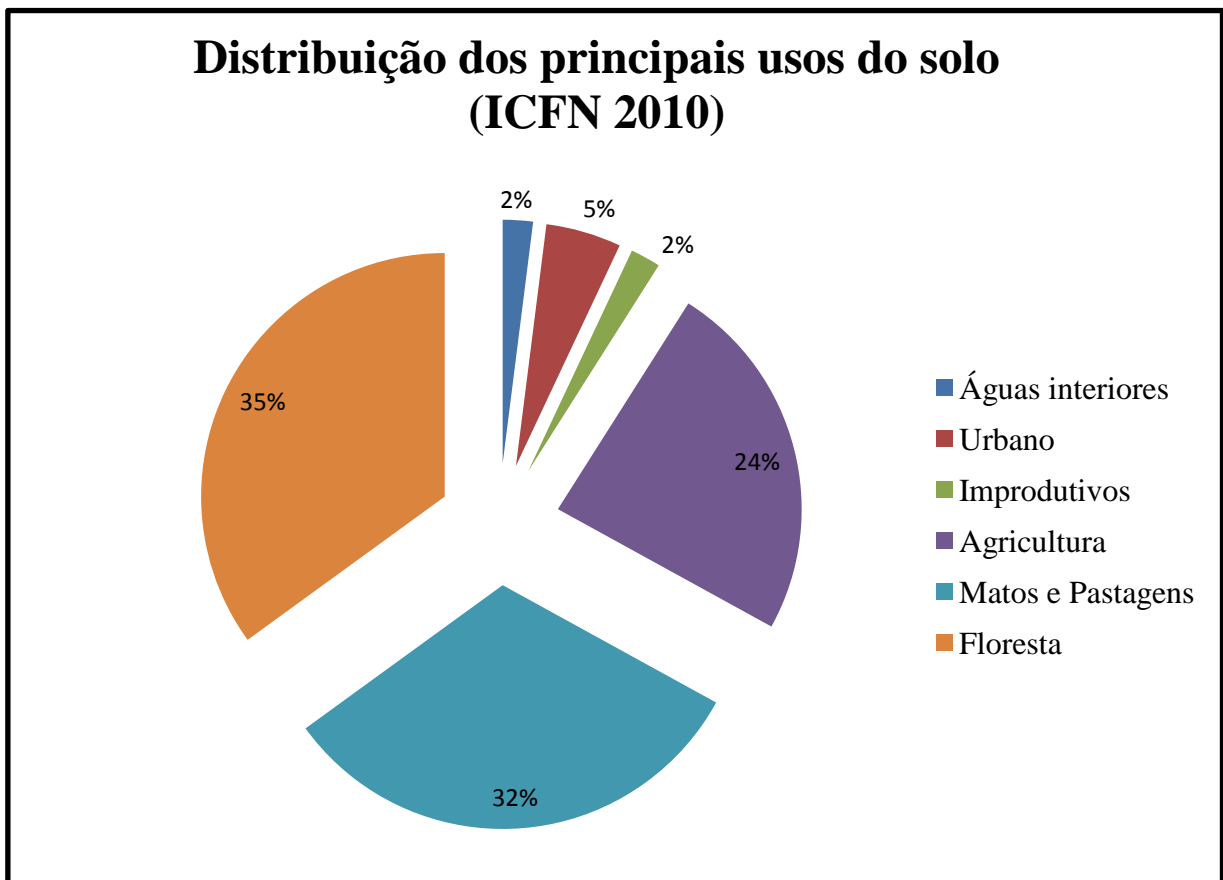


Gráfico 2.1. Distribuição dos principais usos do solo em Portugal

No entanto continua a existir um grande potencial para o aumento destas áreas. A arborização de terrenos incultos ou de baixa produtividade agrícola aumentou 0,4% por ano, durante o período de 1995 a 2010 [1].

Portugal no contexto europeu e mesmo internacional é um país especializado no setor florestal. O Valor Acrescentado Bruto do setor florestal representa 1,2% do Produto Interno Nacional, valor que no contexto dos países da União Europeia (UE), só é ultrapassado pela Finlândia e pela Suécia [2]. Estima-se que o setor florestal empregue diretamente mais de 135.000 pessoas [2], para além de envolver mais de 400.000 proprietários florestais.

Os bens produzidos (papel e cartão, pasta de papel, cortiça, madeira e produtos de resina e mobiliário) pela via da atividade florestal sustentam uma importante e integrada cadeia

industrial. As indústrias de base florestal são fortemente exportadoras, tendo as exportações aumentado de forma significativa para todo o mundo, mas sobretudo para países fora da União Europeia (UE). Em 2011, as exportações do setor florestal representaram 9,9% das exportações totais portuguesas e as importações 4,1% do total das importações nacionais [2].

O gráfico 2.2. apresenta a distribuição das áreas dos povoamentos florestais por espécie [3]. O eucalipto (dominado pela espécie *Eucalyptus globulus*) é a principal ocupação florestal do Continente (26%), o sobreiro e pinheiro-bravo são responsáveis por 46% da ocupação florestal (23% cada). Portugal foi o primeiro país do mundo, onde se utilizou a madeira de eucalipto para produzir pasta de papel.

O eucalipto é uma espécie de crescimento rápido, eficiente no combate ao efeito estufa, uma vez que é um fixador de dióxido de carbono.

O pinheiro bravo é uma variedade proveniente da bacia mediterrânica, que pode atingir até 40 m de altura, embora raramente ultrapasse 25 m. A madeira resinosa, clara, avermelhada ou castanho-avermelhada, que deste resulta, é durável, pesada e pouco flexível, utilizada em mobiliário, postes, cofragens, carpintaria, construção naval, combustíveis e celulose.

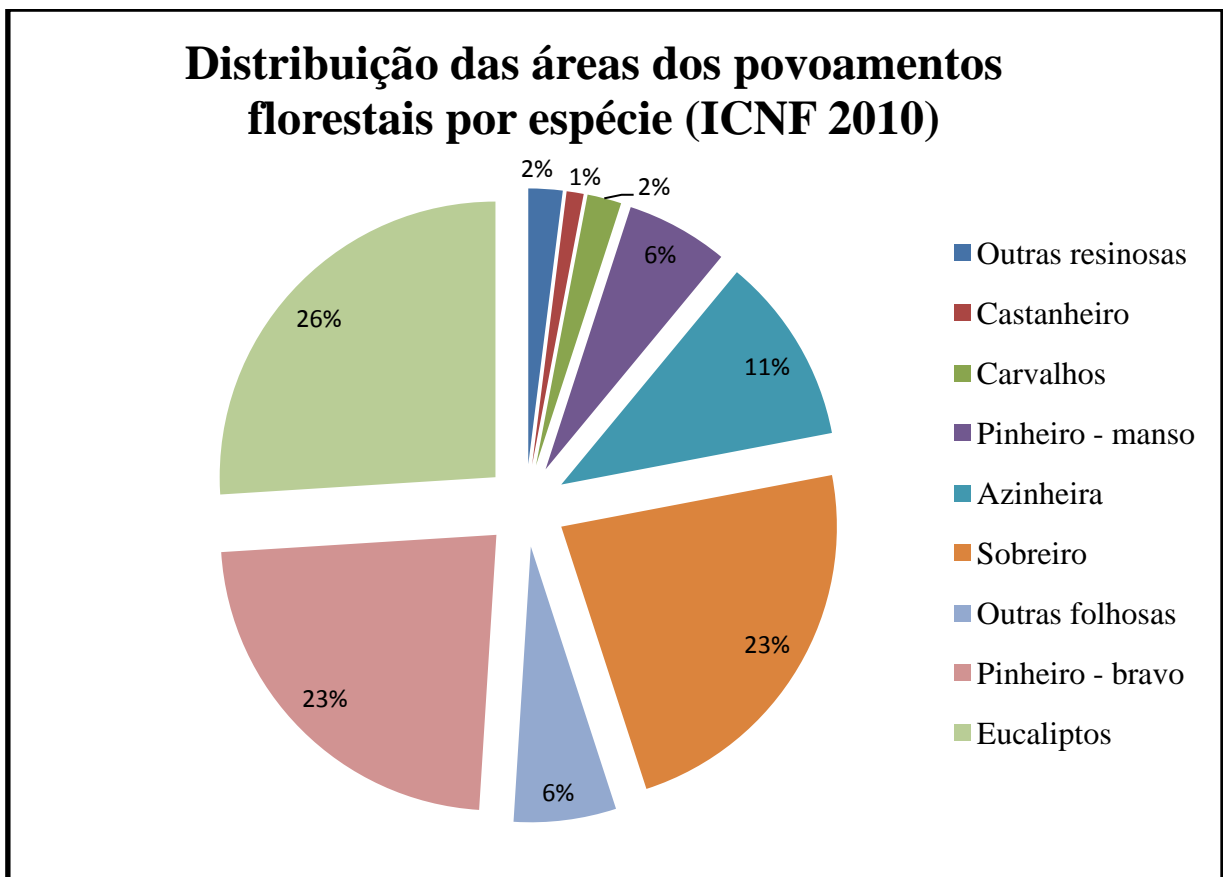


Gráfico 2.2. Distribuição das espécies florestais em Portugal

2.1.1. Aparecimento e Utilização de Processadores de Corte Florestal

Durante séculos a atividade florestal, nomeadamente o abate a recheга e o transporte de material lenhoso, era feita manualmente pelo homem com a ajuda de animais. Este modo de ação consiste num processo de extrema mão-de-obra, moroso e de muito pouca produtividade, aliado a um elevado risco de acidentes. Com a racionalização de consumos de energia através da transformação de biomassas, assim como o consumo de pasta de papel e todos os derivados lenhosos, existiu em Portugal um forte crescimento do setor florestal, sendo necessário ultrapassar algumas dessas barreiras e proceder à modernização e mecanização dos meios de trabalho na floresta.

A primeira ferramenta utilizada no abate de árvores foi o machado. Vários fatores conduziam à adoção do trabalho manual, mão-de-obra abundante e barata, falta de máquinas e equipamentos no mercado interno e falta de motivação do parque industrial nacional para fabricar máquinas e equipamentos para a floresta. Com o aumento do consumo interno de madeiras e a redução da disponibilidade de mão-de-obra, bem como uma maior competição da mesma, principalmente nas regiões mais industrializadas o acréscimo do seu custo (salários e encargos sociais) levou diversas empresas a procurar sistemas alternativos. Nesse contexto, foi introduzida em Portugal a motosserra, que foi a máquina que revolucionou o abate florestal, uma vez que se tratava de um sistema semi-mecânico que permitiu um avanço tecnológico determinante para o futuro das operações de abate florestal. Com a motosserra o abate de árvores, o desgalhamento e a toragem (seccionamento das árvores em toros mais pequenos para transporte e consoante as medidas pedidas pelas fábricas transformadoras), tornou-se mais rápido e eficiente, mas continuava a ter de se recorrer à mão de obra humana para poder fazer a recheга e carregar as árvores para os transportes.

O processo de modernização das operações deu-se com o início da produção de maquinaria leve e de porte médio para fins florestais aplicadas em tratores agrícolas. Desde então, sendo os países nórdicos os pioneiros neste tipo de maquinaria florestal, desencadeou-se um enorme crescimento no que respeita a criação de máquinas florestais. Graças ao avanço tecnológico neste sector, as margens de produtividade aumentaram, quando se tornou possível a utilização de todos os sistemas totalmente mecanizados para a atividade florestal, tais como: Harvesters, Feller Buncher, Skidders, Forwarder, Gruas e Pinças Florestais.

Dentro dos sistemas totalmente mecanizados o *harvester* (máquinas giratórias industriais equipadas com processadores de corte) é aquele que melhor se adapta aos mercados nacionais e internacionais. Os processadores de corte permitem executar vários tipos de tarefas de uma forma rápida eficiente e garantindo sempre a segurança do operador.

Em Portugal são equipamentos muito usados pela capacidade que possuem de operar em situações adversas e em vários tipos de terrenos e solos, tornando-se um procedimento rápido, limpo, seguro e eficiente. Nas figuras seguintes, apresenta-se a versatilidade de um processador de corte, identificando-se o que este pode realizar em simultâneo durante o processo de trabalho florestal. O momento em que o mesmo está posicionado na árvore e

pronto para efetuar o abate (figura 2.1.), bem como o momento seguinte ao abate, quando se inicia a operação de descasque (figura 2.2.) e por fim a facilidade com que secciona em toros (figura 2.3.) quer a madeira proveniente quer de pinheiros quer de eucaliptos.



Figura 2.1. Processador em operação de abate



Figura 2.2. Processador em operação de derrame e descasque



Figura 2.3. Processador a seccionar e organizar toros

2.2. Apresentação da Empresa

O trabalho de estágio apresentado foi desenvolvido na empresa Vitor Cardoso Lda., fundada no ano 2000, com uma filial na vila da Sertã, cujas instalações se apresentam na figura 2.4. Esta empresa tem a marca registada Vicort, que é utilizada no projeto, construção e comercialização de processadores de corte e máquinas florestais. Assume-se como principal e pioneira na indústria de processadores de corte florestal em Portugal, bem como na sua aplicação em máquinas giratórias industriais.

A marca Vicort tem outros produtos, tais como: *harvesters* florestais de rastos, processadores de corte, reboques florestais, equipamentos de manutenção e limpeza florestal.



Figura 2.4. Filial Vicort na Sertã

No final de 2008, como resposta à procura do mercado internacional, a Vicort reestruturou-se, construindo uma nova unidade de produção dotada de mão-de-obra especializada e de tecnologia de ponta no processo produtivo, com a entrada em funcionamento da nova unidade de produção situada em Castelo Branco, tendo criado condições necessárias para fazer face à procura de equipamentos Vicort ao nível dos mercados externos com especial incidência no Brasil e Indonésia, entre outros.

A unidade da Sertã encontra-se dedicada ao serviço de assistência técnica pós-venda e à montagem de *harvesters*, concentrando todas as valências necessárias para um eficaz serviço ao cliente, interna ou externamente.

2.3. Produtos Vicort

Os produtos desenvolvidos pela Vicort para o sector florestal são preparados para trabalhar em situações exigentes e reúnem o capital de experiência do trabalho em vários países e em diversas realidades com o desenvolvimento tecnológico realizado pela equipa de técnicos, Engenheiros do Gabinete de Projeto Mecânico e Eletrotécnico.

A linha de produtos deste segmento tem vindo a ser ampliada, à medida das necessidades de mercado e dos clientes, sobretudo pela evolução técnica do gabinete de Engenharia. Na figura 2.5. pode visualizar-se o tipo de produtos da marca Vicort.



Figura 2.5. Produtos Vicort

2.3.1. Harvesters

O Harvester Vicort ilustrado na figura 2.6. traduz o conceito de fornecer ao cliente uma solução completa Vicort, tendo por base uma máquina base giratória/escavadora, a empresa procede a uma série de alterações de modo a transformar um equipamento destinado à construção num equipamento florestal. Para além das necessárias modificações hidráulicas e elétricas, são introduzidas um conjunto de proteções na parte superior, inferior e lateral da

mesma. Em opção, poderão ainda ser colocadas proteções adicionais nas portas, aumentar-se as cristas das sapatas, colocar-se um guincho, uma pá frontal, um engate rápido, etc. Em suma, ao fornecer um *harvester* Vicort equipado com cabeça processadora Vicort, a empresa assume integral responsabilidade no produto que oferece ao cliente.



Figura 2.6. Harvester Vicort c/ Processador V400HD

2.3.2. Processadores de Corte

Sendo este o produto de referência da Vitor Cardoso Lda., e a principal base da elaboração deste relatório, o processador Vicort V340 HD foi concebido tendo em conta as necessidades de corte do território florestal nacional.

Este processador tem sofrido diversas alterações ao longo dos anos, dando origem inicialmente ao modelo V240, passando depois ao modelo V340, ao V340-B e finalmente à versão atual: o V340HD (conforme apresentado na figura 2.7.).



Figura 2.7. Processador V340HD

Com a entrada nos mercados externos como é o caso do Brasil e da Indonésia, países com uma diversidade florestal muito distinta da existente no território Português, existiu a necessidade de desenvolver processadores que satisfaçam a procura dos clientes desses mercados, tendo sido exemplo disso a criação exclusiva para o mercado brasileiro do processador V400, já completamente implementado, recentemente o mesmo sofreu alterações de melhoria dando origem ao V400HD (ver figura 2.8.), assim como a criação do processador V300 HD (ver figura 2.9.) para o mercado indonésio, este ainda numa fase de testes, mas com bons desempenhos registados. A base de funcionamento destes produtos é a mesma, tendo alterações significativas em relação ao modelo do mercado nacional, derivadas do tipo de máquinas de rastos existentes nesses países e do tipo de copa das árvores provenientes nesses continentes. As alterações são ao nível da geometria dos processadores, dos materiais dos sistemas hidráulicos, no que se refere ao número de motores, bem como à potência dos mesmos, aumentando as velocidades de trabalho e melhorando as performances de corte.



Figura 2.8. Processador V400 HD

Os processadores Vicort são produzidos e dimensionados obedecendo à Diretiva Máquinas [4], sendo identificados através de uma chapa contendo o número de série e de quadro.



Figura 2.9. Processador V300HD

Todas as alterações ao longo dos vários modelos têm sido de melhoria significativa, quer em termos de materiais aplicados nos sistemas hidráulicos, quer ao nível do comando eletrónico, proporcionando um processador que reúne todas as condições para um bom desempenho ao nível do corte do pinheiro e do eucalipto. Testado e montado em várias *harvesters* florestais como é o caso da marca Caterpillar, Doosan, Volvo, Hyundai, Hidromek, Komat'su e Sany, tendo demonstrando uma boa adaptação a nível hidráulico, rapidez de movimentos e sobretudo baixos consumos de combustível.

3. PRODUÇÃO E CONSTITUIÇÃO DE UM PROCESSADOR DE CORTE

3.1. Projeto

Toda a produção, reparação e assistência-técnica está apoiada pelo departamento de projeto e desenvolvimento da Vicort, sendo este departamento dividido nas vertentes de Engenharia Mecânica, Hidráulica e Eletrónica.

O desenho e geometria dos processadores (figura 3.1.) são concebidos pelos desenhadores da empresa, que através do seu conhecimento e experiência permitiram a criação de um modelo adaptado às florestas em Portugal. A seleção de materiais é feita pelo gabinete de engenharia mecânica, analisando vários fatores como a resistência mecânica, resistência ao desgaste e a densidade dos materiais. Através de testes e ensaios aos materiais, foi possível chegar a materiais de excelência para a atividade florestal. Resultado disso é a utilização de aços como o *Weldox*, *Domex*, entre outros [Anexo 1] [6] [7].

Uma das características que o tornam versátil e com bons desempenhos são os sistemas hidráulicos e eletrónicos usados, como é o caso dos sistemas hidráulicos Sauer-Danfoss, Parker e Indexator. Os sistemas eletrónicos são apoiados num processador Sauer-Danfoss ou em sistemas Omron desenvolvidos pelo gabinete de eletrotecnia da Vicort.

Os processadores ao longo dos anos têm vindo a sofrer alterações, quer em termos de geometria quer em algumas das suas funcionalidades. A cooperação do saber e experiência dos operadores destas máquinas, acompanhada pela evolução tecnológica a nível hidráulico e eletrónico tem demonstrando o carácter e conhecimento desta empresa na modernização dos seus equipamentos.

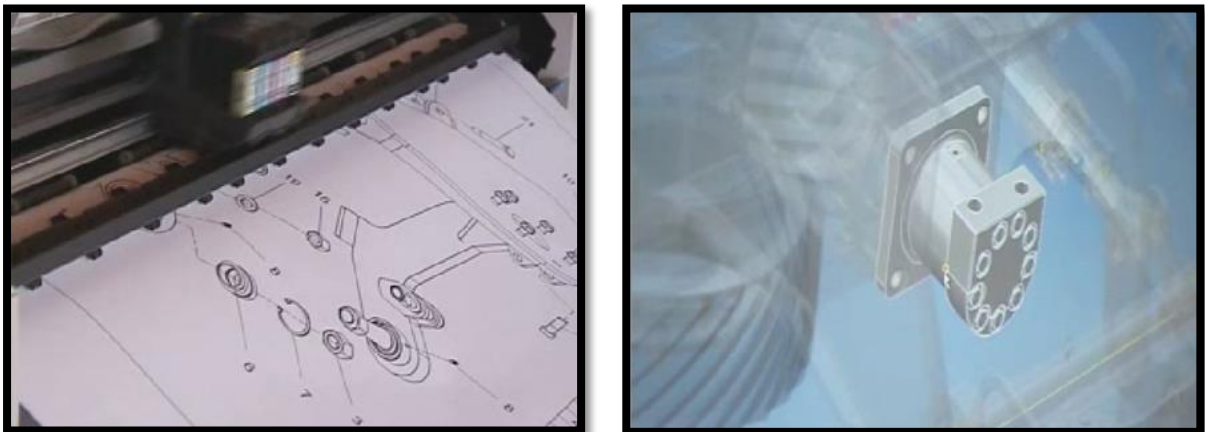


Figura 3.1. Projeto

3.2. Constituição de um Processador

Em termos de constituição os processadores de corte Vicort, dividem-se em quatro grandes grupos que se apresentam no fluxograma 3.1., e que se descrevem de seguida.



Fluxograma 3.1. Divisão estrutural do Processador

3.2.1. Grupo Chassis e Grupo de Descasque

Em termos de chassis o processador V340 divide-se em 4 tipos de chassis: Chassi das Pinças, Chassi dos Motores, Chassi Central e o Berço. A figura 3.2. ilustra o processador em posição de abate “vertical” podendo observar-se os chassis das pinças e dos motores.

O chassi das pinças é composto por uma estrutura resistente a choques e impactos de perfil angular, permitindo uma boa adaptação à geometria das árvores. Possui uma lâmina de desgaste no contacto direto com a madeira, que tem a função de derramar a árvore e de quebrar ou cortar os ramos laterais, deixando apenas o tronco.

Os chassis dos Motores são o suporte dos motores de tração que apertam no seu interior. O movimento dos mesmos garante a circulação dos toros da forma pretendida pelo operador. Na parte inferior dos motores encontram-se os rolos de descasque ou de bicos (figura 3.2). Estes estão diretamente acoplados ao motor e em contacto com a madeira. O sistema de descasque deste processador só é possível no caso de o operador ter montado um sistema de rolos helicoidais, que efetuam o descasque da madeira através dos seus gumes helicoidais. Quando não se pretender efetuar descasque os rolos adequados são os de bicos, que permitem que o rolo circule livremente sem descascar os toros, e que são normalmente utilizados no processamento do pinheiro. Na figura 3.2 encontra-se assinalada a lâmina frontal de derrame e corte. Esta pode ter vários perfis e é a primeira ferramenta a efetuar o corte dos ramos laterais do tronco, tal como acontece nas lâminas de desgaste e corte lateral do chassi das pinças.

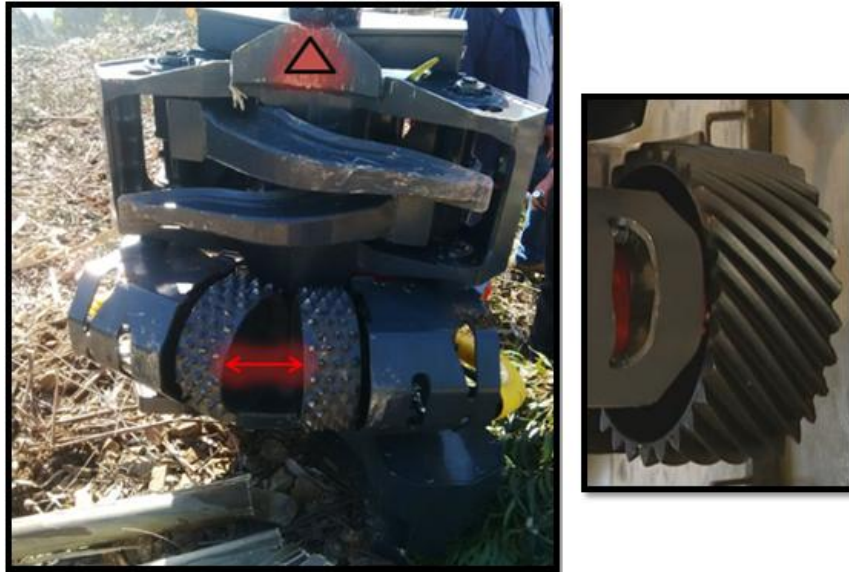


Figura 3.2. Chassi dos motores com rolos bicos e rolos helicoidais

A figura 3.3. ilustra o chassi central de um processador V340, que se encontra em fase de restauro. Este é o corpo central do processador, onde se integram todos os outros grupos e acessórios sendo construído, tal como os outros chassis, em *Domex* e *Weldox*. No interior é aplicado o distribuidor hidráulico central, possuindo ligações aparafusadas para os motores de tração do rolo central e para o motor do serrote. Contém ainda um reservatório para o óleo de lubrificação da corrente do serrote. Na parte exterior é fixo o capô de proteção do distribuidor.



Figura 3.3. Chassi Central V340

O berço apresentado na figura 3.4. é uma estrutura construída em aço Domex, que tem como funções suportar e estabilizar o processador, promovendo a ligação entre o mesmo e a lança

da máquina giratória. Permite, através do acionamento dos cilindros hidráulicos que nele apertam, o movimento de subida do processador para efetuar a operação de abate.



Figura 3.4. Berço

3.2.2. Grupo Hidráulico

O distribuidor hidráulico apresenta-se na figura 3.5., este é o elemento que recebe a pressão do óleo vinda diretamente das bombas da máquina giratória. Este distribuidor é constituído por vários tipos de elementos, designados por “gavetas”, destinados ao funcionamento de todo o sistema hidráulico do processador (motores de tração e cilindros hidráulicos). Permite a afinação de pressões e velocidades dos movimentos hidráulicos. Podem ser aplicados dois tipos de comandos na sua utilização, manuais ou através de electroválvulas, sendo este último o meio utilizado para operar o processador através da máquina giratória, segundo os comandos do controlador eletrónico.



Figura 3.5. Distribuidor hidráulico

No processador V340 existem cinco motores hidráulicos, sendo que quatro pertencem ao sistema de tração e descasque (figura 3.6.) e o restante ao sistema de corte. Os motores de maior cilindrada são os dos rolos laterais, sendo os motores do rolo central de menor cilindrada, pois não são responsáveis diretamente pela tração e circulação da madeira.

O motor do serrote apenas garante que o sistema de corte (figura 3.7.) rode a alta velocidade, otimizando a performance de corte em função da velocidade.



Figura 3.6. Motores hidráulicos



Figura 3.7. Motor hidráulico do serrote

A produção de cilindros hidráulicos para os vários tipos de processadores é efetuada integralmente pela Vicort, sendo os cilindros desenhados e dimensionados de acordo com as exigências de utilização do processador.

Existem cinco cilindros hidráulicos no processador V340, cujas suas características dimensionais e de trabalho alteram em termos da funcionalidade a ser exercida, exemplo disso é a utilização de alguns cilindros à tração e de outros à compressão (figura 3.8.).



Figura 3.8. Cilindros hidráulicos

O rotor hidráulico apresentado na figura 3.9. é o elemento que permite a rotação do processador, sendo um sistema giratório que permite cargas axiais na ordem das 16 toneladas. No entanto quando aplicado nos processadores de corte apenas poderá girar cerca de 180° para cada lado, porquanto se for feita uma volta completa, as tubagens que passam da máquina giratória para o processador poderão enrolar-se e rebentar, sendo esse um dos aspetos importantes no manuseamento do processador.



Figura 3.9. Rotor hidráulico

3.2.3. Grupo Eletrónico

O sistema eletrónico dos processadores Vicort é composto pelo sistema de medida, controlo e segurança. Este sistema possui um controlador especificamente desenhado e construído pelo departamento de eletrotecnia da Vicort, adaptado às funcionalidades do processador, efetuando a gestão de todas as operações com eficiência. Na figura 3.10. são apresentados os dois tipos de controladores Vicort.



Figura 3.10. Controlador eletrónico

Existe um mostrador (ver figura 3.11.) que permite ao utilizador visualizar as operações que vão sendo efetuadas no processador, sendo exemplo disso a operação de descasque onde se pode verificar a função e o sentido a cada instante. Este mostrador permite ao longo do período de trabalho efetuar consultas das várias fases e operações efetuadas, bem como a consulta de relatórios de produtividade diários. Na figura 3.11. observam-se os dois tipos de mostradores utilizados, sendo um a cores e outra a preto e branco



Figura 3.11. Mostradores

Os sistemas de controlo e medida dos processadores de corte são compostos por sensores e electroválvulas, que transmitem a informação ao controlador, garantindo a eficiência das operações. Através dos sensores instalados é possível efetuar duas medidas de corte em simultâneo, com base no diâmetro e comprimento dos troncos, em sistema automático ou manual.

Os processadores são operados por dois punhos de comando de fácil utilização, que possuem quatro botões e um rolete como ilustra a figura 3.12. As operações de comando poderão ser efetuadas através dos dois punhos em simultâneo permitindo ao operador uma maior rapidez de movimentos e um menor cansaço ao fim de várias horas de trabalho.

O sistema elétrico das electroválvulas encontra-se diretamente ligado a uma barra de lâmpadas *leds* (figura 3.12.) numerada de um a dez, que permite, verificar o sinal elétrico que é recebido e emitido ao controlador. Através deste sistema é possível ao operador realizar um diagnóstico rápido em caso de avaria.



Figura 3.12. Electroválvulas e punho de comando

3.3. Processos de Fabrico

Nesta secção descreve-se com maior pormenor o processo de fabrico de um processador de corte, que são integralmente construídos nas instalações da empresa (figura 3.13.) em Castelo Branco, dispondo de sistemas de produção modernos e eficientes, como os centros de maquinação e os tornos numéricos, quinadeira de controlo numérico, corte laser 3D, robot de soldadura, pintura electroestática, entre outras, dando resposta tanto ao fabrico de componentes em série, como ao fabrico de peças mecânicas complexas e componentes eletrónicos.

Os componentes hidráulicos, nomeadamente o distribuidor hidráulico central, os cinco motores de tração e corte, os acessórios hidráulicos e as mangueiras hidráulicas, tal como nos equipamentos eletrónicos os controladores, mostradores, punhos, sensores, barras de *leds*, entre outros, são elementos adquiridos a entidades externas, sendo o restante material transformado e produzido pela empresa. O sistema de produção em série varia em termos do número de séries a serem produzidas dependendo do mercado económico e do volume de encomendas.



Figura 3.13. Vista geral da área de produção Vicort

O processo produtivo de um processador de corte pode ser sucintamente descrito e apresentado no fluxograma da figura 3.14.

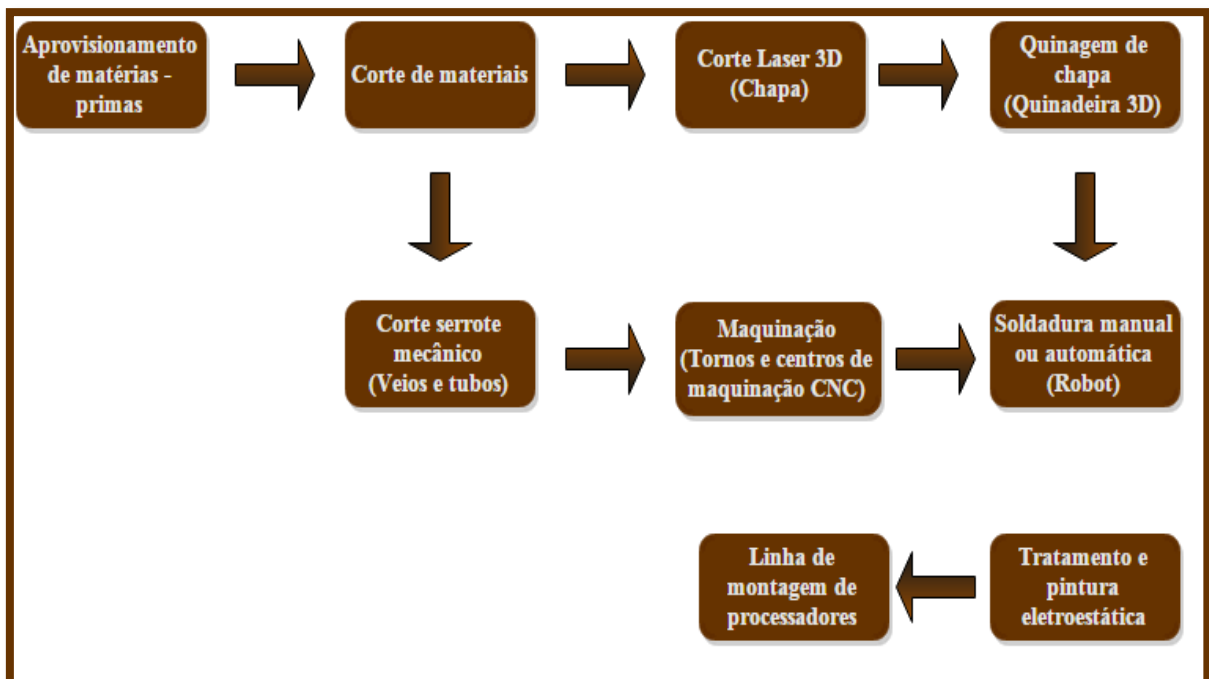


Figura 3.14. Processo produtivo de um Processador de Corte

Este inicia-se com o aprovisionamento das matérias-primas nos locais de armazenagem da empresa, nomeadamente as chapas de aço, varões de aço e tubos mecânicos.

No seguimento da receção e aprovisionamento dos materiais, segundo o plano de trabalhos a executar, estes são encaminhados para as zonas de corte. As chapas de aço no corte laser 3D, os varões de aço e tubos mecânicos no serrote mecânico. Estes materiais são sujeitos a controlo dimensional no final das operações de corte.

Após este processo existem dois tipos de matéria-prima a trabalhar que se encontram com as dimensões necessárias para os processos seguintes. Passa-se então a ter dois processos de trabalho distintos, a chapa que necessita de quinagem irá ser trabalhada na quinadeira *CNC*, sendo os componentes mecânicos trabalhados nos processos de maquinação de alta velocidade e manual.

No seguimento do processo de fabrico inicia-se a soldadura. Este processo é realizado através de soldadura *MIG/MAG* [5] manual, ou de forma automática através do *Robot* de soldadura. Neste processo as estruturas dos chassis são formadas com recurso a gabaris de montagem, e apenas após a análise de conformidade das mesmas e da qualidade das soldaduras, o processo passa para a estação de tratamento e pintura.

A qualidade superficial da chapa pode variar de fornecedor para fornecedor, dependendo por vezes do local e tempo de armazenamento. Estas razões fazem com que possam existir processos diferentes no tratamento e limpeza da chapa. Se a mesma se encontrar em mau estado (ferrugem, etc.), terá de ser sujeita a um processo de decapagem através de um sistema de projeção de pequenas partículas ferrosas. Caso a chapa não esteja em mau estado superficial, apenas é sujeita a uma limpeza superficial permitindo a remoção de materiais contaminantes, como óxidos de ferro, poeiras e gorduras, entre outros.


O sistema utilizado na pintura é do tipo electroestático, que consiste na projeção de ar (seco e filtrado) num recipiente que possui uma placa porosa que acomoda a tinta granulada em pó. Os objetos a ser pintados devem estar pré-aquecidos, a uma temperatura que permita que as partículas de tinta ao serem projetadas sejam atraídas pelas peças, aderindo à superfície. Para que a tinta em pó fique totalmente fixa às superfícies, é necessário a colocação da estufa a temperaturas apropriadas possibilitando assim que ocorra a polimerização das mesmas.

Após a secagem da pintura as peças consideram-se em estado acabado, prontas para seguirem para a linha de montagem. O processo de montagem é efetuado manualmente, onde são instalados todos os acessórios no chassi central, desde cilindros hidráulicos, casquilhos de desgaste nos chassis, motores hidráulicos, tubagens entre outros componentes.

O processador é montado em sistemas próprios criados para o efeito, que permitem a rotação total do mesmo facilitando a montagem em qualquer posição. No final são efetuadas inspeções gerais aos componentes e às ligações aparafusadas, sendo marcadas como inspeccionadas e prontas.

A sequência de imagens da tabela 3.1. apresenta os equipamentos de produção da unidade fabril Vicort onde os equipamentos se encontram descritos e apresentados pela ordem do ciclo de produção de um processador de corte.

Tabela 3.1. Equipamentos de Produção

<p>Zona de corte de matérias-primas</p> <p>Zona 1 – Serrote Automático</p> <p>Zona 2 – Corte laser 3D</p>	
<p>Maquinação de peças mecânicas</p> <p>Tornos e Fresadoras convencionais</p> <p>Centro de maquinação CNC</p> <p>Torno mecânico CNC</p>	  
<p>Quinagem de chapa</p> <p>Quinadeira CNC</p>	

**Secção de soldadura
Manual e automática
(Robot)**



**Secção de decapagem e pintura
electroestática**



**Linha de montagem de processadores de
corte**



4. ATIVIDADES DE ESTÁGIO NA EMPRESA

Neste capítulo, é efetuada uma descrição das atividades realizadas durante o estágio, entre as quais, foram contempladas tarefas no âmbito da aplicação e montagem de processadores de corte em máquinas giratórias industriais, assim como trabalhos de manutenção de processadores de corte e equipamentos oficinais.

No entanto, nem todas as tarefas tiveram o mesmo grau de intervenção nem a mesma regularidade de execução. Desta forma, a divisão e subdivisão de capítulos, e subcapítulos, respetivamente apresentados, encontra-se relacionada diretamente com o relevo que as diferentes atividades tiveram durante o período de estágio curricular.

O estágio teve início com atividades de baixa responsabilidade, e portanto, apenas de caráter introdutório aos procedimentos e funcionalidades da empresa.

4.1. Preparação e Montagem *Harvester* CAT 320E

O período de estágio, em que houve da parte do estagiário o maior grau de interferência, foi na montagem e aplicação de processadores de corte nas máquinas giratórias industriais, finalizando o produto florestal *harvester* com processador Vicort, preparado e equipado para a atividade florestal. Será importante referir, que este tipo de máquinas giratórias originalmente não contam com qualquer tipo de preparação para o setor florestal, saindo de fábrica para o setor da movimentação de solos. Foram feitas preparações durante o estágio para *harvesters* da marca Caterpillar, Doosan, Hyundai, Volvo, Hidromek.

No decorrer do capítulo será apresentada a preparação de um *harvester* CAT 320 E com processador Vicort V340HD (figura 4.1.), referindo todas as preparações ao nível hidráulico, elétrico e montagem de proteções florestais. De referir que as preparações são em tudo semelhantes entre as várias marcas, alterando apenas alguns dos processos de preparação.

Neste contexto destaca-se o desafio lançado pela empresa, para a elaboração de manuais contendo as listagens de peças utilizadas para a preparação dos *harvesters* das várias marcas comercializadas.

Estas listagens são o suporte da empresa para a estimativa de custos de preparação, bem como para organização dos pedidos de peças. Cada manual desenvolvido possui um código consoante a marca do *harvester*, contendo a lista das peças utilizadas e os códigos de armazém das mesmas, apresentando ainda ilustrações das montagens realizadas, criando como tal, um suporte técnico válido para a realização e aplicação destas montagens noutros países.



Figura 4.1. Harvester Caterpillar 320E LN

4.1.1. Proteções Florestais

A floresta é um dos meios mais severos e agressivos para os equipamentos mecânicos em virtude das superfícies inclinadas e solos acidentados, sendo uma das grandes causas dos acidentes florestais. Tendo em conta estes aspetos, é necessário a existência de proteções para estes equipamentos, considerando-se este como um requisito indispensável e um compromisso de segurança para os operadores e os demais trabalhadores florestais.

Uma das principais alterações na preparação de um *harvester* são as proteções florestais (Anexo 2 - PRD999A20). Estas garantem total segurança aos seus operadores e protegem os equipamentos de possíveis danos mecânicos causados pelos materiais lenhosos.

A figura 4.2. apresenta as proteções superiores (Anexo 2- KIT016Z10), para a Caterpillar 320E. As grades são constituídas por tubo mecânico de secção quadrada, protegendo a máquina giratória da queda de árvores ou de outros objetos em todo o perímetro. A estrutura de proteção é aparafusada, permitindo que em caso de acidente seja substituído o elemento danificado.

As passadeiras laterais são construídas em chapas de aço e soldadas nas laterais da máquina giratória, garantindo que o operador possa aceder aos compartimentos laterais caminhando com segurança sobre a máquina.

Na parte frontal do habitáculo existe uma grade de proteção contra o embate de toros projetados pelo processador, protegendo a zona frontal do operador.

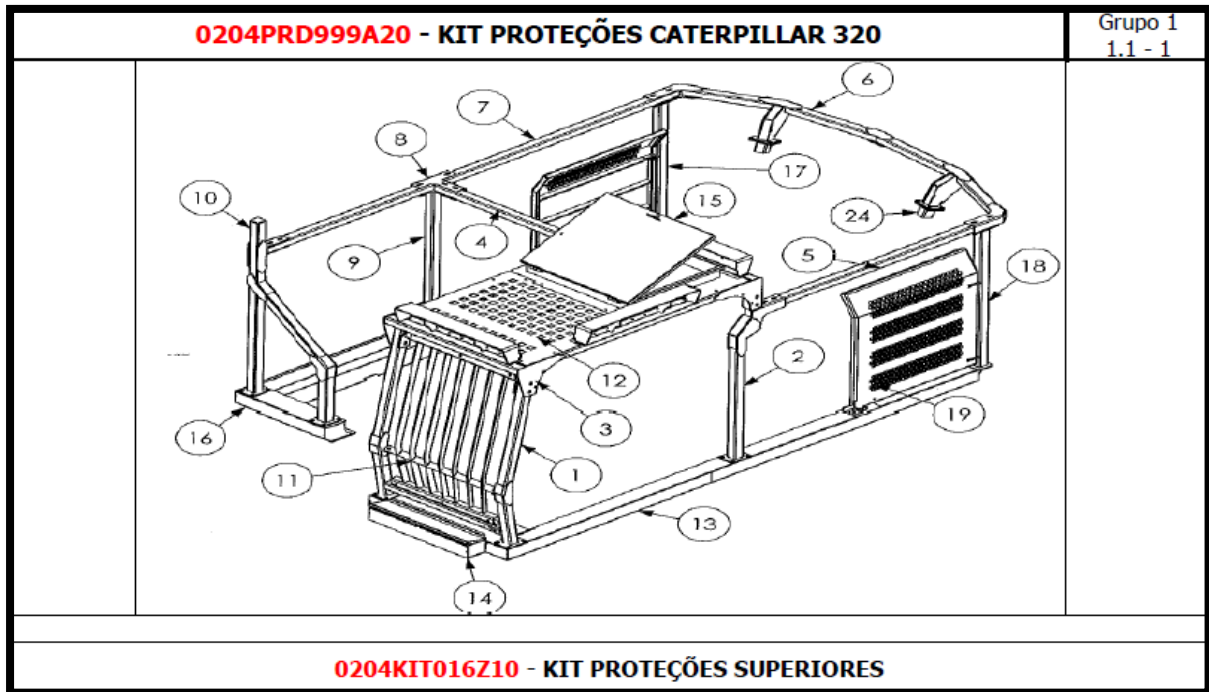


Figura 4.2. Proteções superiores CAT 320E

Em grandes áreas de corte florestal existe uma utilização de vários *harvesters* em funcionamento simultâneo, aumentando o risco de impactos ou projeções de toros. Para combater esse risco, criaram-se proteções para o vidro da porta do habitáculo e para as portas laterais da máquina (figura 4.3.). Estas proteções laterais são exclusivamente montadas em máquinas da marca Caterpillar (Anexo 2 – *KIT009Z10*). A estrutura possui duas caixas de arrumação para o operador, uma na zona frontal da máquina e outra sobre o teto.

Uma das tarefas desenvolvidas ao longo do estágio foi o acompanhamento e coordenação da montagem das proteções na giratória, tendo sido feito o registo dos procedimentos de montagem e de todo o material utilizado, para posterior formulação da listagem de peças.



Figura 4.3. Proteções laterais

Um dos aspetos importantes na utilização destes equipamentos em trabalho noturno é a existência de meios que proporcionem boa luminosidade ao operador. Nas preparações elétricas (Anexo 4- PRD997A20), é instalado um sistema constituído por doze faróis de elevada intensidade luminosa, substituindo a iluminação original do equipamento. Este sistema é instalado na parte superior da grade de proteção da cabine e na lança da giratória, garantindo deste modo que todo o perímetro da máquina giratória é iluminado. Estes faróis encontram-se instalados dentro de caixas de proteção (figura 4.4.). Nesta figura é apresentada a proteção dos tubos hidráulicos da lança, que evitam a ocorrência de acidentes ou rebentamentos causados pelo contacto com meios exteriores à máquina.

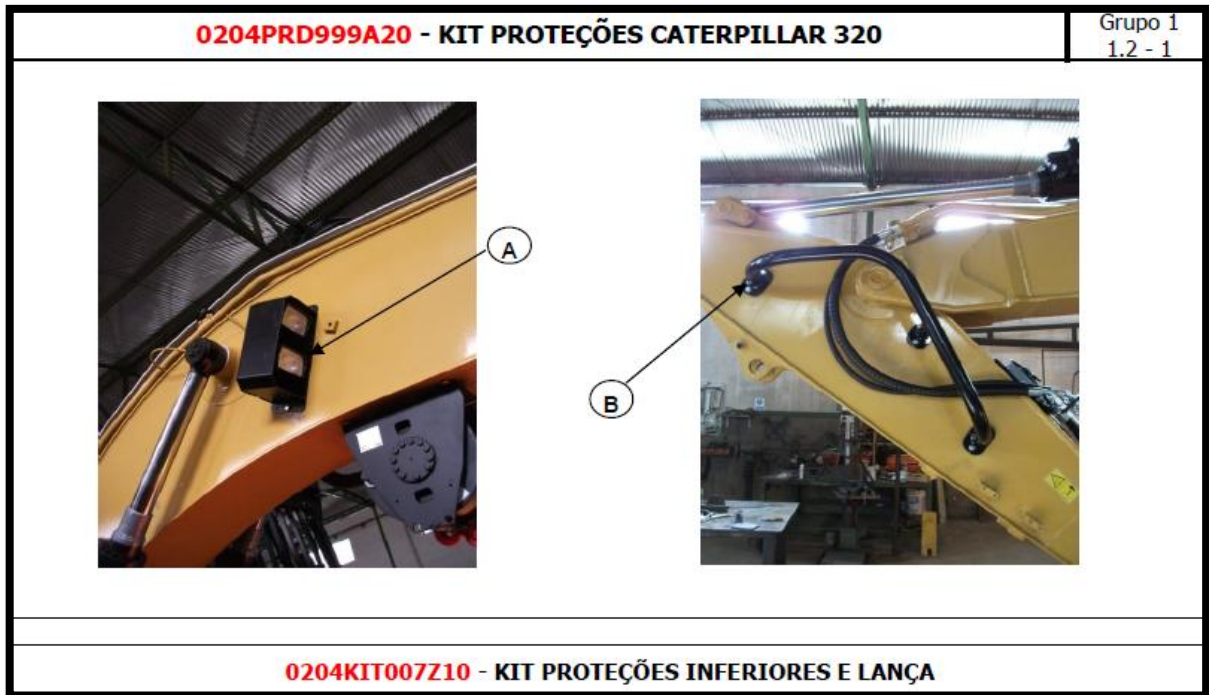


Figura 4.4. Proteção dos faróis e tubos hidráulicos

Na figura 4.5. apresenta-se a proteção dos cilindros hidráulicos da lança que, desempenha duas funções: proteger as válvulas e os cilindros hidráulicos do impacto de toros vindos do processador, bem como proporcionar um armazenamento seguro e de rápido acesso aos extintores de segurança contra incêndios.



Figura 4.5. Proteção dos cilindros hidráulicos e suporte de extintores

No *kit* de proteções inferiores e de lança (Anexo 2 – *KIT007Z10*), as chapas originais de proteção inferiores da máquina giratória são substituídas por outras de maior espessura e resistência, reforçando toda a parte inferior da máquina. No sistema de rastos são adicionados quatro guias de rastos (figura 4.6.), que impedem a entrada de objetos ao mesmo que tempo garantem a circulação dos carrinhos dentro do rasto, conseguindo-se desta forma evitar que os rastos saiam fora da sua linha de trabalho.



Figura 4.6. Proteções inferiores e de rastos

Na figura 4.7., apresenta-se o sistema de fixação do processador na máquina giratória. Este sistema é constituído por um pendural que encaixa na parte exterior da lança. Para que seja possível esta operação é necessário remover da máquina o cilindro hidráulico do balde de escavação e o “H” de articulação do mesmo. A fixação do pendural à lança é efetuada através das cavilhas que anteriormente fixavam o sistema de articulação do balde. Na extremidade do pendural encontra-se um elo de ligação entre o pendural e rotor hidráulico. O sistema hidráulico que anteriormente permitia a abertura/fecho do balde, é utilizado para o rotor, permitindo a sua funcionalidade através da mesma linha hidráulica. Para o correto funcionamento do rotor, é necessário o controlo e ajuste das pressões hidráulicas do sistema. Neste contexto foi necessário para a realização destas tarefas a criação de acessórios e uniões hidráulicas que permitissem as ligações hidráulicas pretendidas (Anexo 3 – PRD998A20).

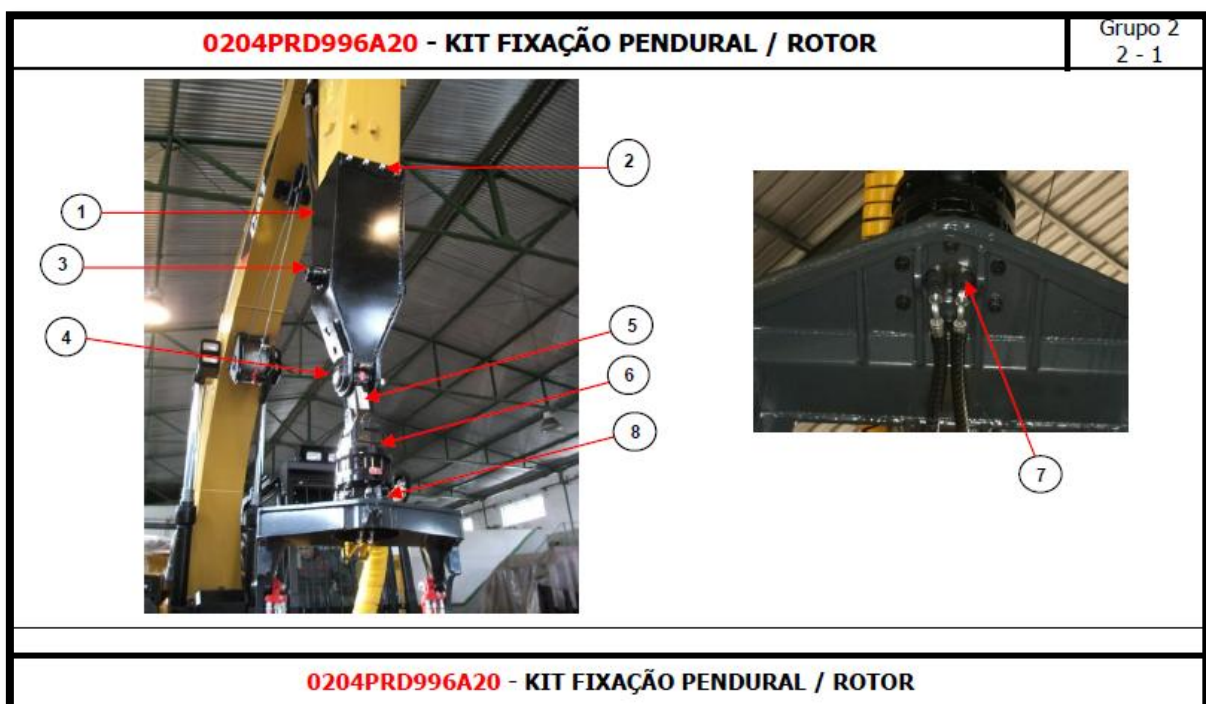


Figura 4.7. Pendural fixação do processador

4.1.2. Preparação Hidráulica

A preparação hidráulica de um *harvester* florestal implica vários tipos de alterações como é o caso do sistema hidráulico das máquinas originais, porquanto sendo esta uma máquina de base giratória escavadora, o seu sistema hidráulico não se encontra preparado para receber um processador de corte.

Os processadores de corte necessitam de uma disponibilidade hidráulica constante por parte da máquina de cerca de 250 bar de pressão e de um caudal máximo de 400 l/min. Para se ter essa disponibilidade é necessário efetuar alterações nas máquinas originais.

Serão ainda apresentadas montagens de *kits* opcionais para o equipamento, tendo estes também a necessidade de proceder a alterações ao nível hidráulico.

No anexo 3 (*KITPRD998A20*) apresenta-se a preparação hidráulica efetuada na máquina original CAT 320 E, bem como a aplicação e montagem dos vários sistemas hidráulicos auxiliares para as novas solicitações hidráulicas.

Nas máquinas giratórias escavadoras as alterações hidráulicas são ao nível do distribuidor central, sendo estas máquinas equipadas por duas bombas hidráulicas de caudal máximo total de 428 l/min (2 x 214 l/min), e pressão máxima de 350 bar [8].

O caudal debitado pelas bombas hidráulicas para cada operação de trabalho é controlada pelas válvulas elétricas da bomba, sendo estas controladas pelo módulo de controlo da máquina (*ECM*), sendo que as bombas não debitam em nenhuma das operações de escavação o caudal máximo, apenas é possível juntar em simultâneo o caudal das duas bombas na operação auxiliar de martelo.

Tendo em conta as necessidades de funcionamento do processador de corte é necessário a disponibilidade em determinadas operações do caudal máximo. Nas figuras seguintes apresentam-se as modificações ao nível hidráulico nomeadamente no distribuidor e na linha auxiliar de martelo da máquina giratória.

Para a realização de um controlo eficiente por parte do controlador do processador de corte e possibilitar o seu funcionamento, é necessário a instalação de algumas válvulas auxiliares, nomeadamente três válvulas de atuação constituídas por válvulas em cartucho [9] aplicadas em blocos criados para as respetivas funções: válvula proporcional de pilotagem auxiliar (*VPPA*), válvula de corte, válvula *on-off*, ainda uma válvula de alternância “ou” (Anexo 3 - 0204*KIT001Z10*).

A introdução destas válvulas é um requisito para a funcionalidade dos processadores, sendo comum na preparação hidráulica de todas as máquinas giratórias, alterando contudo o processo de ligação das mesmas.

O processo de junção interna dos caudais da linha de martelo apenas está disponível em alguns equipamentos, no caso do equipamento apresentado após o estudo e análise do circuito hidráulico, concluiu-se que é possível efetuar a junção de caudais. Para essa junção ser possível é necessário proceder a algumas alterações no comando do distribuidor, não podendo estas ser descritas nem apresentadas por questões relativas a confidencialidade da empresa.

Na figura 4.8. apresenta-se a válvula proporcional de pilotagem auxiliar (*VPPA*). Trata-se de uma válvula de cartucho proporcional com controlo elétrico através do processador Vicort. Esta recebe pressão de pilotagem da válvula *on-off* e através da necessidade hidráulica da operação que se efetua, transmite pressão regulada ao distribuidor.

A operação de descasque necessita de todo o caudal disponível pela máquina, não existindo qualquer restrição à passagem de caudal para os motores de descasque. Contudo através da válvula proporcional e uma vez que a operação de descasque é efetuada no punho de comando pelos roletes, estes imitem um sinal elétrico proporcional ao processador, que por sua vez controla a regulação de caudal na VPPA.



Figura 4.8. Válvula proporcional de pilotagem

As restantes válvulas de atuação encontram-se ilustradas na figura 4.9., que funcionam como válvulas de corte e *on-off*. A válvula de corte recebe pressão de comando do distribuidor hidráulico e por sua vez alimenta a pressão da válvula *on-off* e da proporcional. Estas válvulas são desenhadas e fabricadas pela Vicort para as operações pretendidas, possuem uma válvula de cartucho que pode ser proporcional ou *on-off*.

O processo de funcionamento da válvula *on-off* não é mais do que transmitir pressão de pilotagem ao *spill* do distribuidor, esta pressão atuará diretamente nas gavetas hidráulicas do circuito opcional do martelo da máquina giratória, juntando assim o caudal debitado pela segunda bomba hidráulica na linha de pressão de serviço do processador. Apenas em algumas operações o controlador Vicort ativa esta válvula permitindo assim o bom desempenho do processador e baixos consumos de combustível por operação.

Ainda nesta figura pode visualizar-se a válvula de alternância 'ou', esta válvula apenas permite a transmissão do fluxo de óleo num sentido, sendo aplicada junto do pressóstato que controla a aceleração automática da máquina giratória garantindo o funcionamento dessa

função em todas as operações. É importante referir que as saídas de retorno das válvulas de atuação se encontram ligadas diretamente entre si e por sua vez posteriormente ligadas ao tanque de óleo hidráulico como é visível na figura.

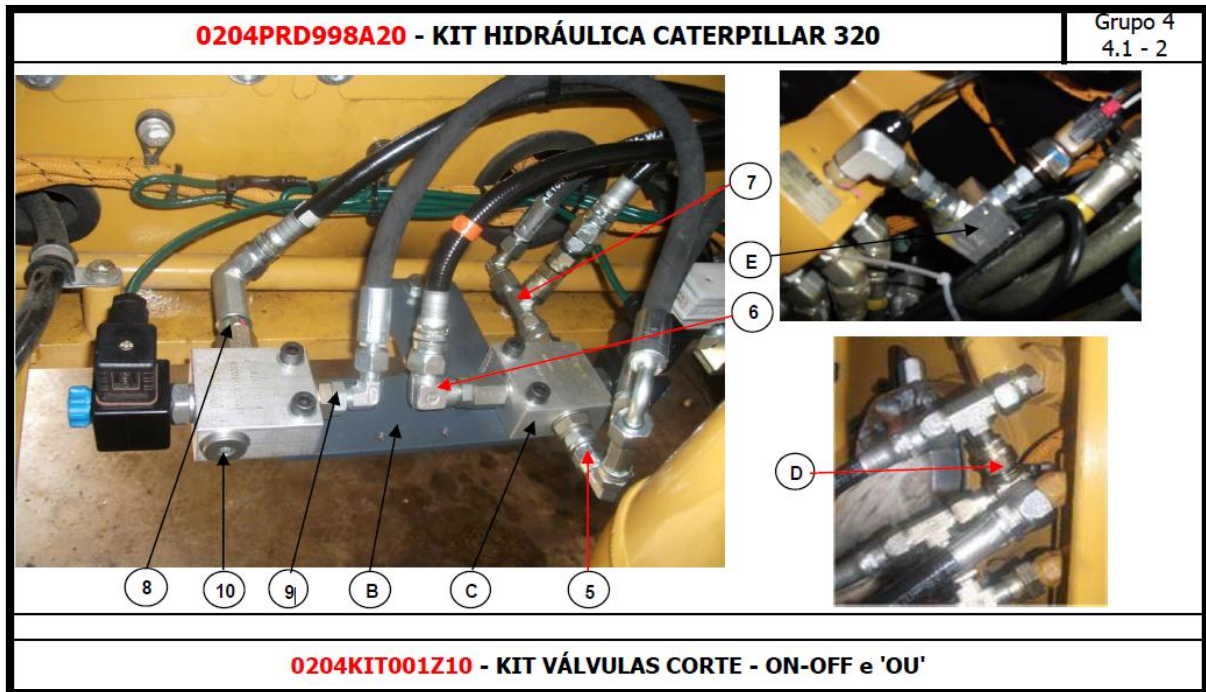


Figura 4.9. Válvulas de atuação e alternância (corte, on-off, “ou”)

O circuito hidráulico entre a máquina giratória e o processador de corte é composto por: circuito de pressão, circuito de retorno, circuito de dreno, e rotor.

A linha de pressão e retorno mantem-se como originalmente se encontra para a ferramenta opcional de martelo, bem como a linha de pressão e retorno do rotor que passa a utilizar as tubagens do cilindro hidráulico do balde de escavação (retirado). São adicionadas novas tubagens metálicas para o circuito de dreno hidráulico do processador e para o transporte do cabo elétrico.

Tendo o funcionamento do processador necessidades de novos e maiores caudais e pressões é necessário alterar determinados aspetos de passagem do circuito hidráulico para a máquina e vice-versa (figura 4.10.). Estas alterações incidem sobretudo na mudança de algumas passagens do fluido hidráulico, eliminando algumas perdas de carga causadas pelas válvulas e obrigando a que o fluido hidráulico vindo do circuito de retorno e dreno passe no filtro de hidráulico antes de regressar ao depósito.

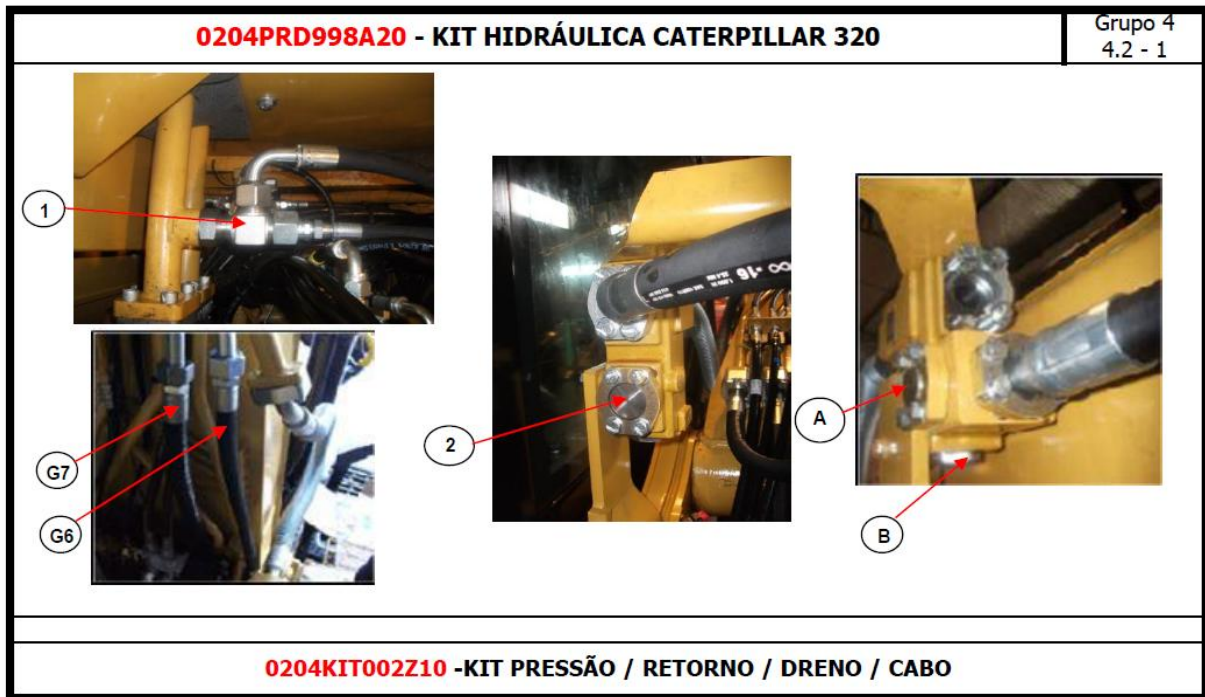


Figura 4.10. Ligações de retorno e dreno

Para existir comunicação entre o controlador Vicort e os sistemas elétricos e eletrónicos no processador é necessário estabelecer a ligação entre ambos. Esta ligação é efetuada através de um cabo de múltiplos condutores multifilares. De forma a garantir a proteção do mesmo são adicionados juntamente ao tubo de passagem do dreno um tubo para a passagem do cabo no seu interior, sobre a lança da máquina.

A passagem das tubagens metálicas para as tubagens em mangueiras hidráulicas desde a parte superior da lança ao processador, sofre algumas alterações nomeadamente nas ligações das linhas de retorno e rotor. A união das tubagens é realizada por intermédio de uniões hidráulicas das várias medidas da tubagem, sendo que para o caso do retorno e do rotor não existem medidas *standard* para a passagem das mesmas. Para ultrapassar este problema foram criados blocos hidráulicos para o respetivo acoplamento (Anexo 3).

Um dos aspetos a ter em consideração na preparação de uma *harvester* florestal é a proteção dos tubos hidráulicos, evitando a dispersão dos mesmos sobre a lança final e o contato direto com a lança e meios exteriores. Reduz o comprimento total das mangueiras o que se torna vantajoso em operações de manutenção.

Para minimizar esse risco a ligação das mangueiras hidráulicas entre a lança da máquina giratória e o processador é feita em duas partes, ou seja, existe um coletor no interior da lança final (figura 4.11.) que estabelece a ligação entre ambas as partes. Este coletor ao mesmo tempo que ordena a distribuição das mangueiras hidráulicas estabelece a ligação dos cabos elétricos do processador para o controlador Vicort, através de uma caixa de ligação

devidamente protegida e instalada no interior do coletor, proporcionando a ligação do cabo vindo do processador com o cabo de ligação ao controlador.

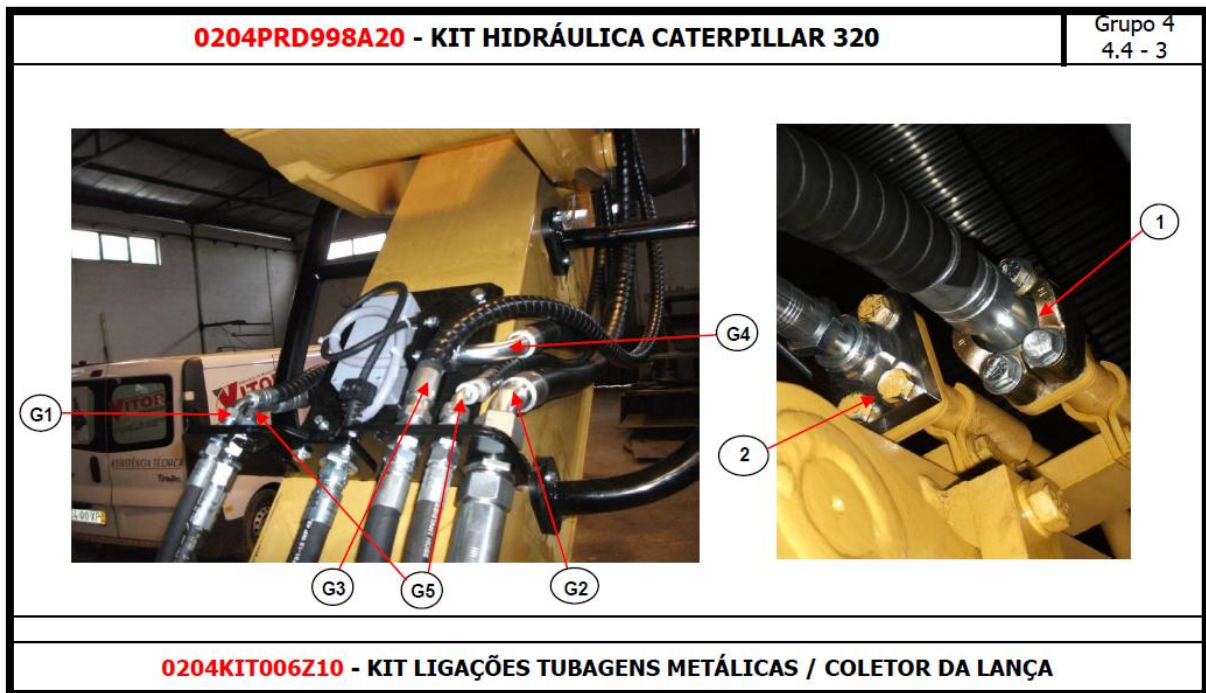


Figura 4.11. Coletor da lança

Na preparação hidráulica e à semelhança do *kit* de proteções florestais, existem determinados equipamentos de carácter opcional aquando da sua aquisição.

Os *kits* de carácter opcional mais aplicados são o radiador hidráulico auxiliar do tipo ar-óleo e o guincho hidráulico. As figuras 4.12. e 4.13. ilustram o radiador hidráulico auxiliar e as suas ligações hidráulicas. O sistema de arrefecimento pode ser composto por um motor elétrico ou por um motor hidráulico. O radiador apresentado tem uma capacidade de 300 l/min e possui um ventilador composto por um motor hidráulico que garante o arrefecimento do fluido hidráulico. A seleção do radiador é efetuada com base no caudal de retorno do sistema.

Para a sua determinação foi colocado um caudalímetro em série no circuito de retorno em plena carga. Desta forma e com base nas soluções propostas pelo fornecedor e na leitura de caudal observada foi selecionado o radiador “arrefecedor” hidráulico auxiliar de 300 l/min com ventilador acionado por motor hidráulico. De forma a garantir a máxima vida útil do sistema é efetuado um *by-pass* na linha de retorno permitindo assim que o fluido hidráulico passa pelo radiador dissipando calor e diminuindo as perdas hidráulicas e mecânicas do sistema. É ainda instalada uma bomba de carretos como ilustra a figura 4.13 que alimenta o motor hidráulico do ventilador estando as respetivas ligações hidráulicas apresentadas no Anexo 3 – *KIT006Z10*.

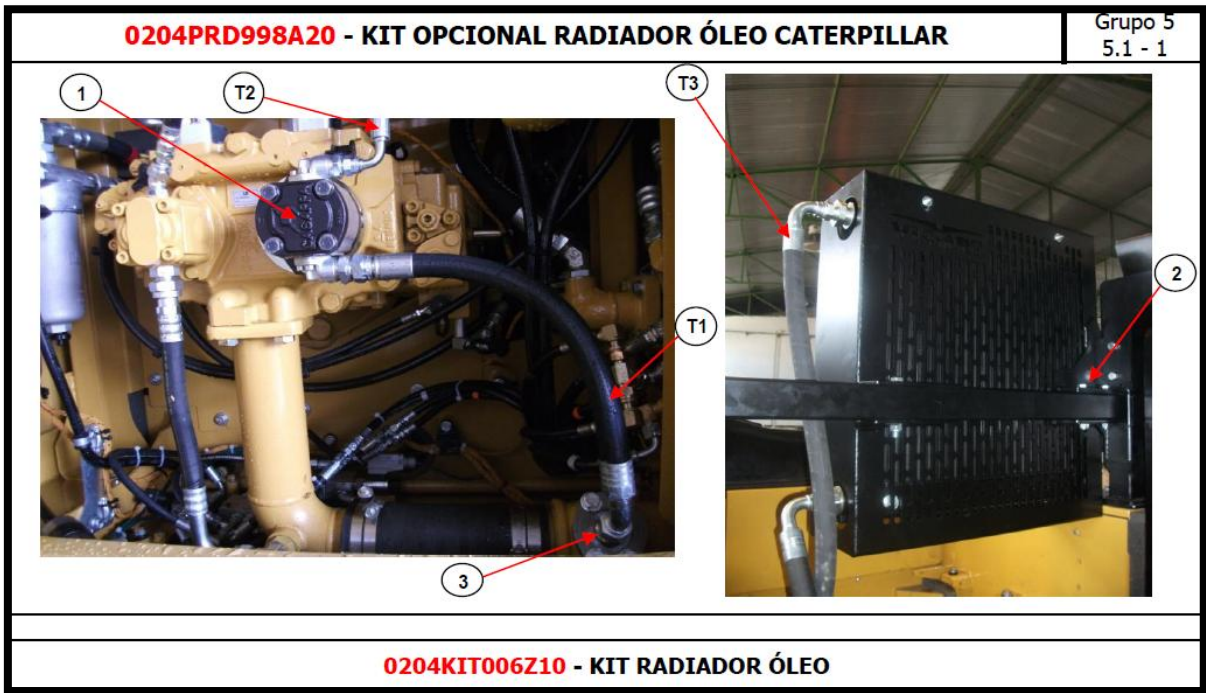


Figura 4.12. Radiador hidráulico auxiliar

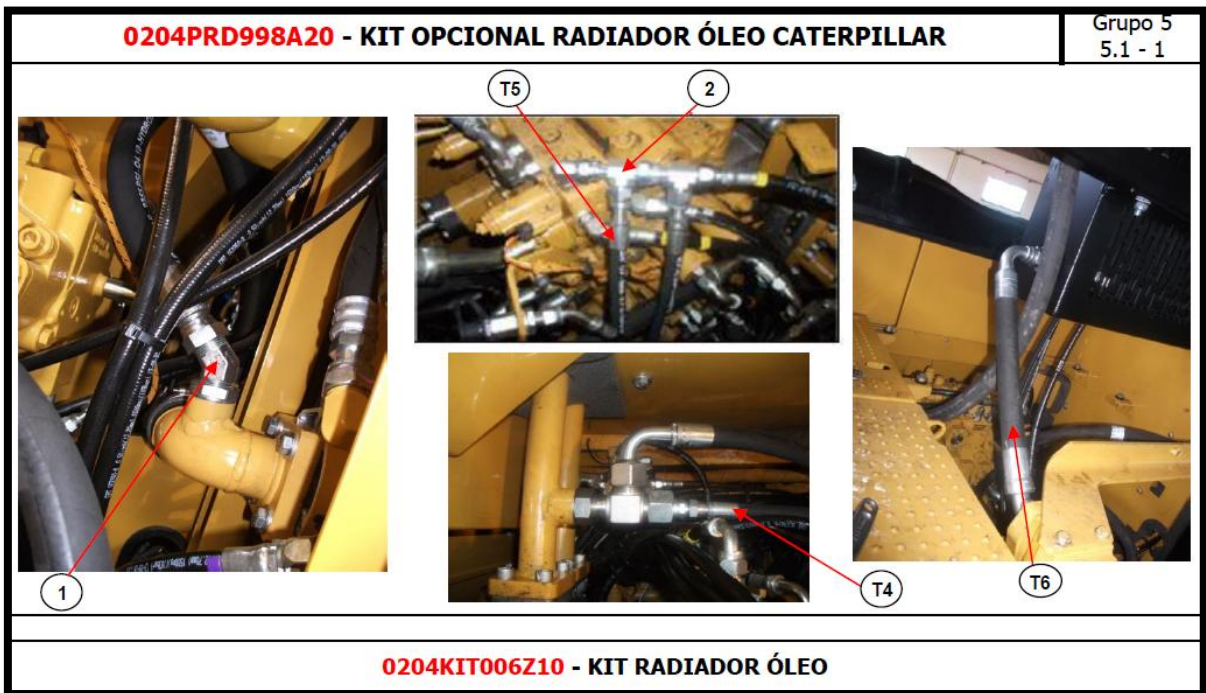


Figura 4.13. Ligações radiador hidráulico auxiliar

Outras das ferramentas opcionais na preparação hidráulica é o guincho hidráulico, que ao contrário de outros sistemas opcionais que visam melhorar o desempenho e vida útil do equipamento, é essencialmente uma ferramenta de trabalho, composto pelo conjunto de guincho mais cabo de aço e roldana do mesmo. Na sua ligação hidráulica é montado uma válvula electro-hidráulica de seis vias (figura 4.14.), permitindo apenas que seja possível operar o guincho quando acionada a válvula elétrica, deixando de se poder utilizar o rotor do processador. Sendo esta uma válvula normalmente aberta para a utilização do rotor hidráulico. Para a fixação desta válvula foram criados elementos de suporte (Anexo 3), e as ligações hidráulicas e respetivos acessórios complementares encontram-se descritos no Anexo 3-*KIT006Z10*.



Figura 4.14. Guincho hidráulico

4.1.3. Preparação Elétrica

A preparação elétrica é uma das etapas finais na preparação de um *harvester* florestal. Esta contempla alterações e ligações elétricas das válvulas aplicadas na preparação hidráulica e a ligação dos dispositivos de controlo e comando do processador.

A alteração dos punhos originais para os *joysticks* de comando Vicort é um dos processos de alteração realizados nesta preparação. A figura 4.15. ilustra os *joysticks* de comando no equipamento. Estes possuem um sistema de ligação próprio através de um cabo condutor até ao controlador Vicort e combinam as duas funções de operacionalidade em simultâneo, ou seja, comuta todos os movimentos anteriores da máquina giratória ao mesmo tempo que controla e comanda o processador de corte.

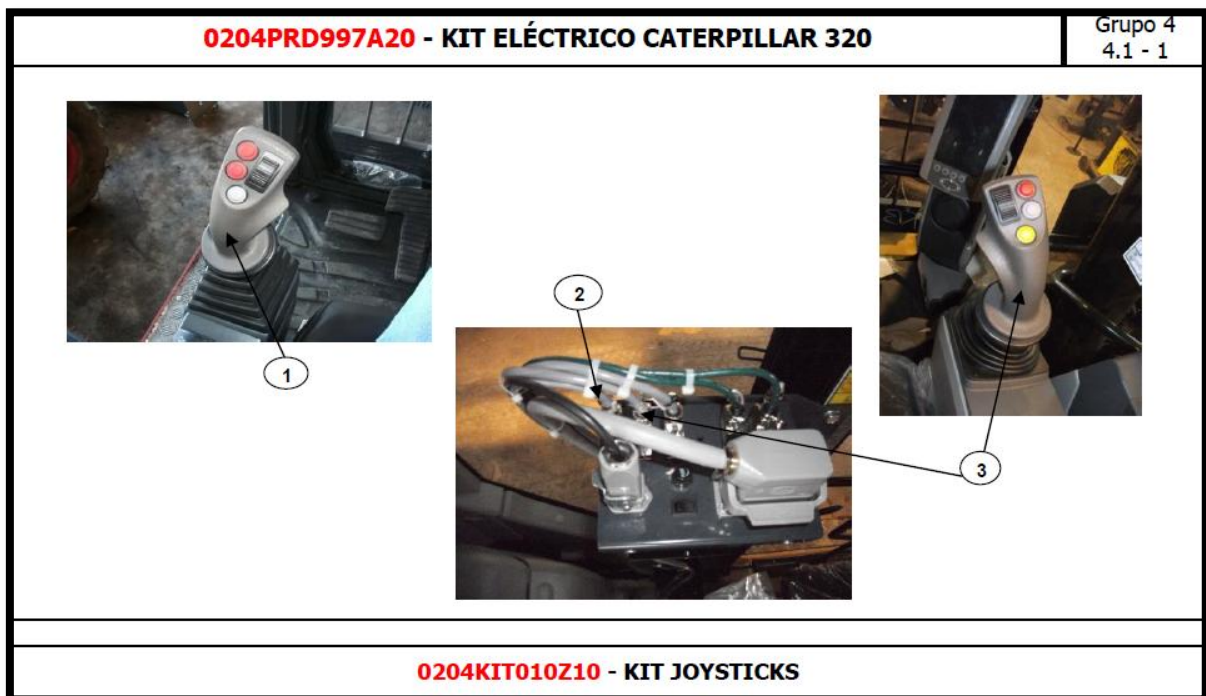


Figura 4.15. Joysticks de comando Vicort

O *display* do processador encontra-se instalado junto ao *display* da máquina giratória, permitindo desta forma ao operador controlar em simultâneo os dois equipamentos. O controlador encontra-se na parte interior traseira da cabine, instalado dentro de uma caixa de proteção Vicort. É a partir deste que todas as ligações elétricas são estabelecidas até aos recetores finais (figura 4.16.). Para a fixação do *display* e controlador foram concebidas chapas de fixação (Anexo 4 – PRD997A20).

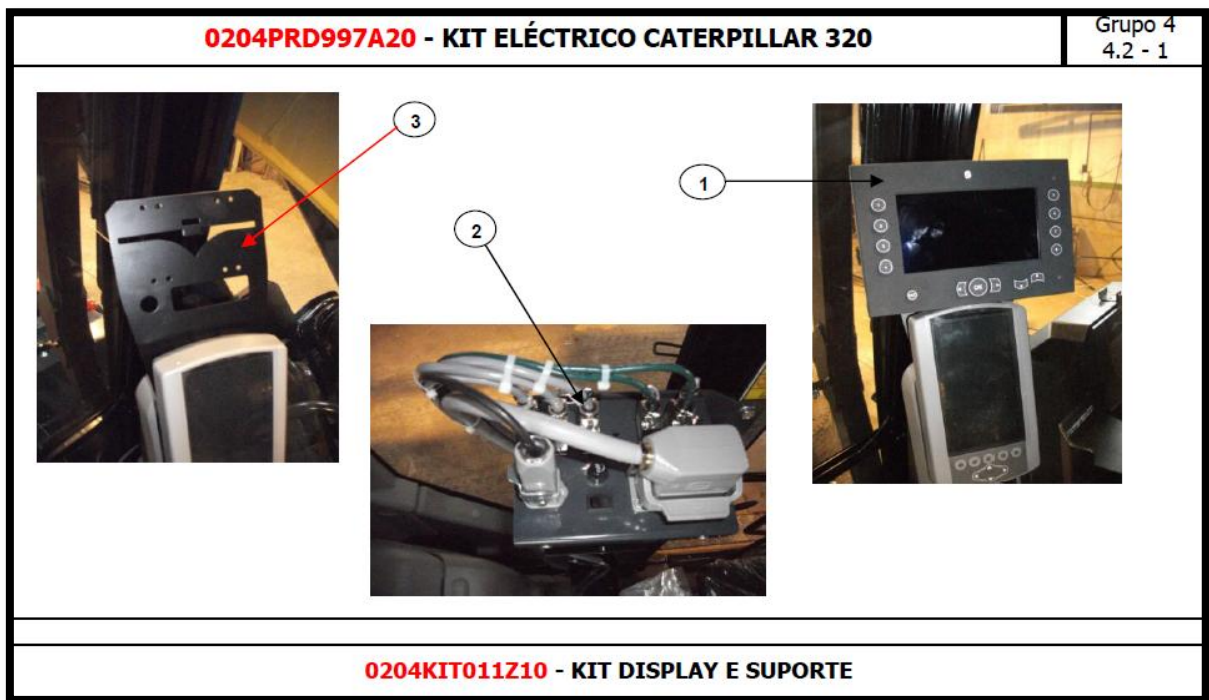


Figura 4.16. Fixação da consola e controlador

O sistema de iluminação aplicado e já descrito nas proteções florestais pode visualizar-se na figura 4.17. A instalação do circuito elétrico é realizada neste ponto sendo um dos aspetos a ter em consideração o sistema elétrico dos faróis de iluminação. É necessário a colocação de fusíveis e relés de proteção desse sistema, impedindo sobrecargas ou picos de energia, causadas pelo elevado número aplicado e pela elevada potência de cada um.

Ainda na figura 4.17. pode visualizar-se o painel de botões da máquina onde se encontra aplicado o botão de ativação da válvula de seis vias do guincho hidráulico. A ativação dos faróis de iluminação também se mantém original.

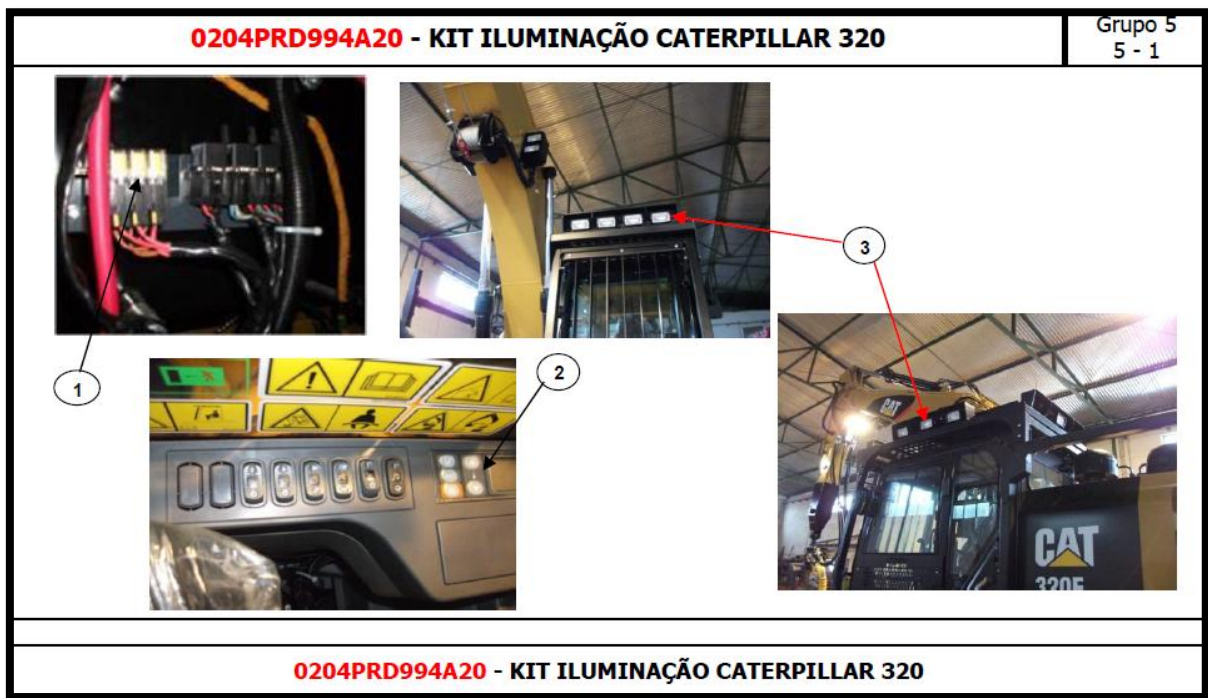


Figura 4.17. Sistema de iluminação

No *kit* de preparação elétrica também se encontra uma aplicação de caráter opcional à semelhança das outras preparações. Esta opção consiste num sistema de limpeza dos radiadores da máquina giratória. Este *kit* é composto por um sistema de alteração da ventoinha de arrefecimento dos radiadores de líquido refrigerante e do óleo hidráulico principal. A ventoinha de arrefecimento aplicada (figura 4.18.), possui um sistema de rotação das pás invertendo o fluxo de ar, ou seja, em vez de obrigar o ar exterior a passar no interior dos radiadores, empurra o ar em sentido oposto limpando assim as sujidades presentes no interior dos radiadores. Este tipo de limpeza e inversão das pás pode ser programado em períodos de dez minutos, trinta minutos ou de hora a hora, através do dispositivo de controlo do mesmo, sem que o operador tenha de ativar a limpeza.

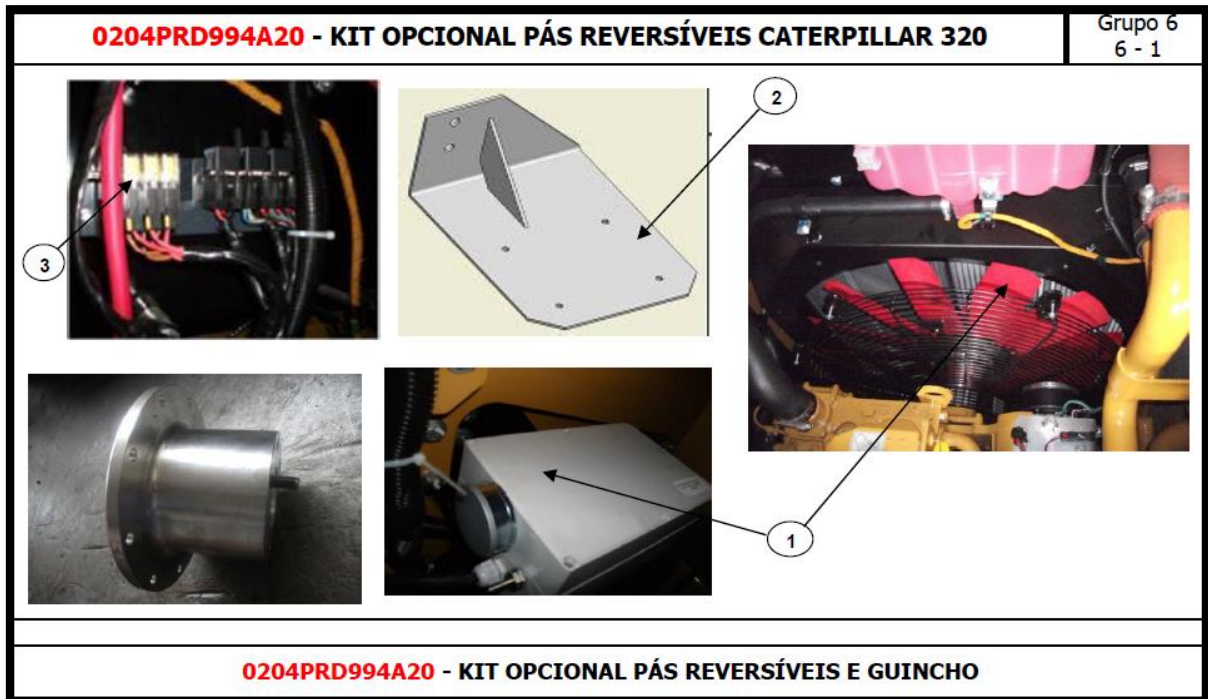



Figura 4.18. Kit opcional de pás reversíveis

4.2. Lista de Verificações e Ajustagens

Após a conclusão de todas as preparações apresentadas e respetiva instalação do processador de corte na máquina giratória, existe um conjunto de testes de funcionamento e ajustagens a realizar, tornando o produto apto para ser entregue ao cliente. Por vezes esses testes e ajustagens não são realizados na totalidade pelo mesmo operador o que pode levar a falhas ou esquecimento no controlo e inspeção de alguns sistemas do equipamento. Tendo em consideração esses aspetos foi elaborada uma ficha de verificações/ajustagens finais do equipamento pelo estagiário. Nesta, encontra-se descrito todos os componentes a verificar, bem como todas as ajustagens a efetuar, as mesmas devem ser assinaladas e comparadas com os valores de referência existentes para cada equipamento. O responsável de cada tarefa efetuada tem de confirmar e assinar a mesma. Esta ficha é um elemento importante para o apuramento de responsabilidades em caso de falhas, provocadas por algum dos fatores de verificação ou ajustação não terem sido devidamente cumpridos. Esta ficha é um elemento presente nos registos de garantia do processador de corte da empresa.

Tabela 4.1. Lista de verificações

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div>Lista de verificações</div>  </div>	
Processador: _____ Nº _____ Série: _____ O.S: _____	
Giratória: _____ Nº _____ Série: _____	
AFINAÇÕES MECÂNICAS / HIDRÁULICAS	
Executado:	Verificado:
Simular todos os movimentos do processador de corte	
Ferrar a bomba de lubrificação	
Verificar o funcionamento do sistema de lubrificação	
Verificar a contraporca de regulação da subida do serrote	
Verificar o alinhamento do pinhão e da lâmina	
Afinar o cilindro hidráulico dos motores - Abertura dos rolos	
Verificar a abertura e fecho das pinças	
Verificar a interferência da soldadura olhal-régua	
Calibrar VPPA	
Regular a válvula limitadora do rotor	

	Verificar o aperto dos parafusos e cavilhas do rotor e pendural	
	Verificar a posição e o aperto dos tubos no bloco do berço	
	Verificar o sentido da rotação do rotor	
	Verificar existência de fugas e óleos	
	Verificar o nível de óleo hidráulico na giratória	
	Colocar autocolantes de “Perigo” na giratória e processador	
	Verificar aperto das tampas de proteção inferiores da giratória	
	Lavagem da giratória e do processador de corte	
	Verificar marcação de chassis e nº de série do processador e da giratória	
	Verificar a colocação de manga de proteção nas mangueiras	
	Verificar a subida e descida do serrote	
AFINAÇÕES ELÉCTRICAS		
Executado:		Verificado:
	Apertar a contraporca dos sensores	
	Apertar as tampas dos sensores	
	Verificar o aperto dos tubos dos sensores, dos motores laterais	
	Aplicar a manga nos fios do sensor dos motores laterais	

	Verificar o funcionamento do guincho	
	Verificar o funcionamento dos faróis	
	Verificar o funcionamento da ventoinha e do radiador auxiliar	
	Verificar o funcionamento do sistema de pás reversíveis	

LUBRIFICANTES

	HYUNDAI/VOLVO/ DOOSAN	CAT	KOM
Óleo Hidráulico:	Shell Tellus 46	10W	15W40
Óleo de Corte:	Shell Catenex -F541		
Massa de lubrificação (geral)	Shell Retinax HDX2		
Massa de Lubrificação (cavilhas)	Spanjard Pin & Bush		

AFINAR PRESSÕES

Compo nentes	Modo	P.Referência V340*	P.LS	UNIDADE
C.H. Motores	Abrir	60		BAR
	Fechar	125		
C.H. Pinças	Abrir	50		
	Fechar	160		

C.H. Berço	Abrir (subir)	110		
	Fechar (descer)	135		
Válvula Reg. Pinças	Limpar	80		
AFINAR VELOCIDADES				
Compo nentes	Modo	P.Referência V340*	V.MED	UNIDADE
ROLOS	Frente	320		RPM
	Para Trás	320		
Serrote	Corte	9500		
*Aceleração da Giratória a 2000 rpm				
OBSERVAÇÕES:				
Data:		Técnicos:		

4.3. Manutenção de Equipamentos e Processadores de Corte

Neste subcapítulo apresentam-se as folhas de registo, elaboradas pelo estagiário, tendo como objetivo registar as manutenções preventivas em período de garantia dos processadores de corte, assim como algumas manutenções preventivas e corretivas realizadas aos processadores usados. É ainda apresentado no mesmo os planos de manutenção para os equipamentos oficinais das instalações da Sertã onde decorreu o estágio.

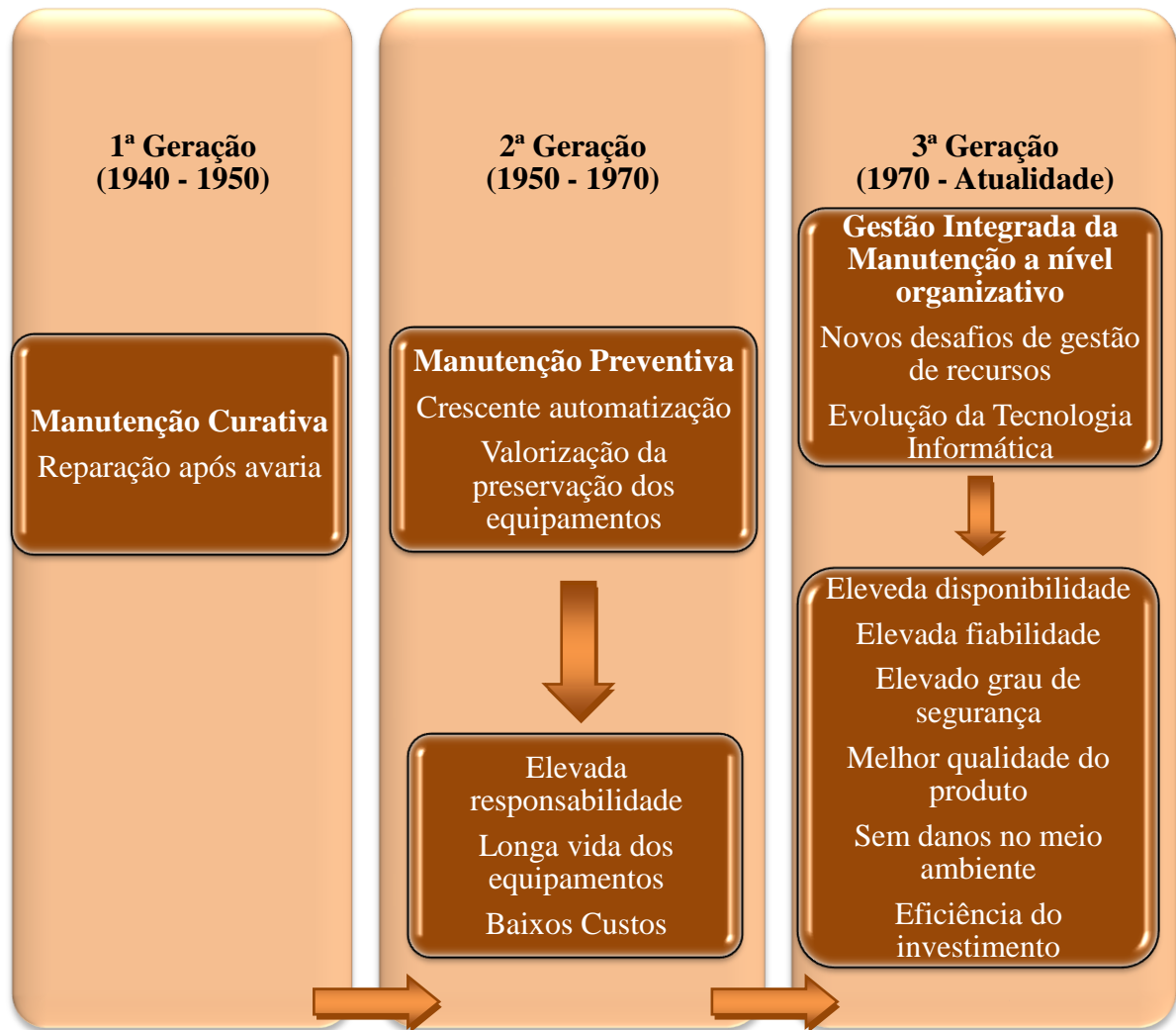
4.3.1. Manutenção

A Associação Francesa de Normalização [10] define manutenção como o conjunto de ações que permitem manter ou restabelecer um bem, num determinado estado específico, ou com a finalidade de assegurar um determinado serviço.

Recorrendo a outra definição normalizada de manutenção, desta vez através da norma NP EN 13306:2001 [11], pode definir-se a manutenção como a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida.

4.3.1.1. Evolução da Manutenção

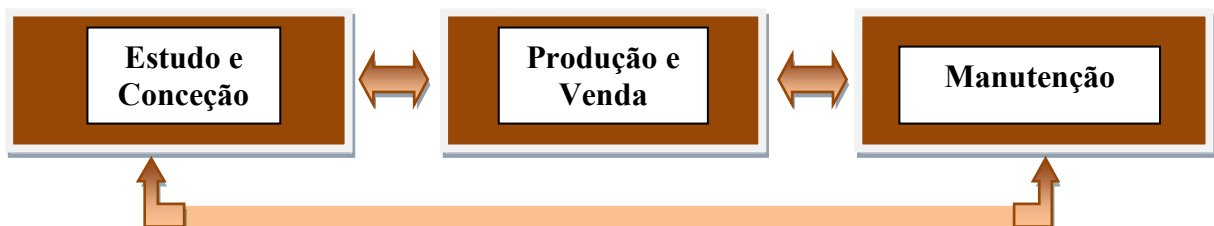
Segundo Tavares [12], a história da manutenção acompanha o desenvolvimento técnico-industrial da humanidade. Consoante as necessidades deste desenvolvimento, assistiu-se a uma evolução do conceito de manutenção (ver fluxograma 4.1.), que inicialmente não passava de uma reparação após uma avaria. Com a implantação da produção em série, a administração industrial passou a preocupar-se, não só com a correção de falhas, mas em evitar que estas ocorressem. Desde então assistiu-se a uma evolução dos métodos de previsão de falhas, mais tarde conhecidos como manutenções preventivas.



Fluxograma 4.1. Evolução da manutenção

4.3.2. Caracterização, Classificação e Tipos de Manutenção

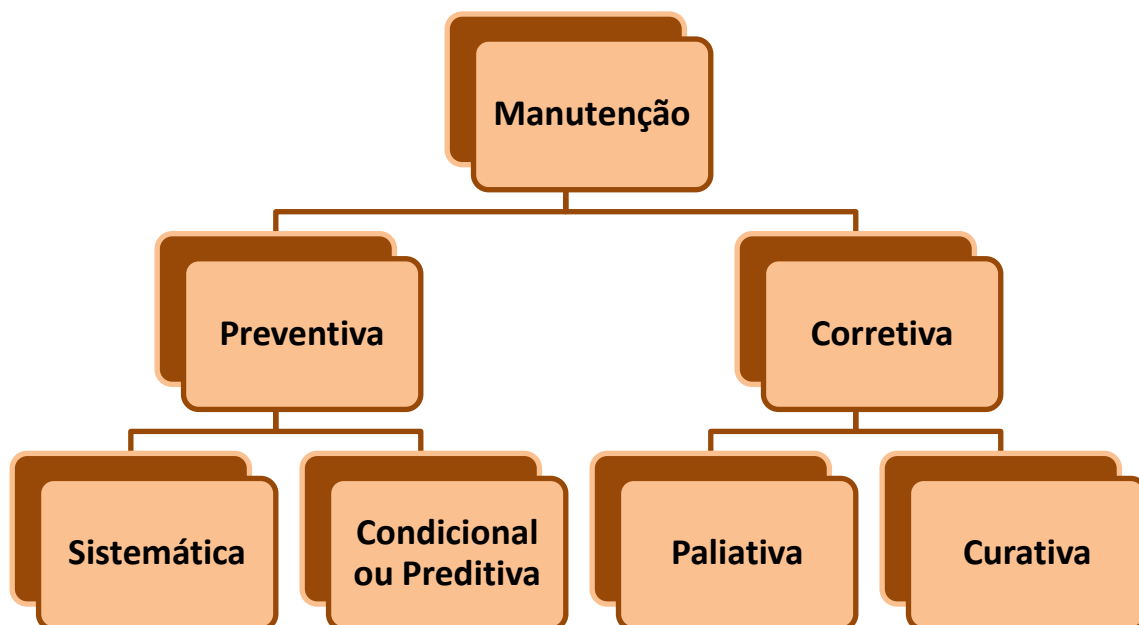
A Manutenção é uma das três funções técnicas vitais das empresas (fluxograma 4.2.).



Fluxograma 4.2. Funções técnicas da manutenção

As relações entre Manutenção, Produção, Estudos e Conceção são uma constante no seio de uma empresa, embora na relação Produção-Manutenção existam fatores como a qualidade dos produtos, prazos de entrega e rendimento dos equipamentos de produção, que implicam uma concertação permanente nesta relação. Apesar desta horizontalidade que a Manutenção assume numa empresa, devido ao papel que desempenha, implica ter interfaces com praticamente todos os sectores das empresas. [13]

Apesar de existirem várias propostas relativas à classificação dos tipos de manutenção existe concordância na divisão do tipo, em manutenção corretiva e preventiva como apresenta o fluxograma 4.3., e na divisão desta última em sistemática e condicionada. No entanto, Monchy [14] divide a manutenção corretiva em dois tipos (paliativa e curativa), enquanto Pinto [15], afirma a existência de uma terceira forma de manutenção, distinta da corretiva e preventiva, chamada de manutenção melhorativa.



Fluxograma 4.3. Tipos de manutenção

4.3.3. Manutenção Preventiva em Período de Garantia


Os processadores Vicort são fabricados em conformidade com a diretiva [4] para este tipo de máquinas, considerado o período de garantia estabelecido para os processadores de duas mil horas de trabalho ou dois anos de garantia, cessando, assim que o primeiro dos dois seja ultrapassado. Os intervalos de manutenção preventiva de um processador de corte estão

definidos em periodicidades de quinhentas horas de trabalho, estando definidas num conjunto de operações a realizar para cada paragem. Por parte de algumas empresas a política de manutenção preventiva não é definida como um compromisso com a produção das mesmas, procurando apenas efetuar manutenção em períodos de garantia ou em caso de avarias que impossibilitem a operacionalidade do equipamento. Após o período de garantia algumas destas deixam de ser realizadas com periodicidade, sendo essas manutenções a chave para o bom desempenho e durabilidade dos equipamentos, consequência por vezes de fatores económicos ou de mau planeamento.

A assistência técnica e de pós-venda Vicort dispõe de serviços de manutenção periódica para os seus processadores, garantindo o acompanhamento do estado dos mesmos e a sua manutenção.

Uma das atividades desenvolvidas durante o estágio foi o acompanhamento dos processos de entrega dos *harvesters* novos e de manutenções preventivas durante o período de garantia. Ao longo das várias manutenções realizadas em períodos de garantia, foi possível perceber e reunir registos dos problemas que sistematicamente eram analisados e intervencionados, não existindo na empresa um manual de registos de manutenção para cada processador/cliente, tornando por vezes difícil encontrar registos de intervenções anteriores. Desta forma foi desenvolvido um registo em triplicado (original e cópias para cliente e arquivo), em forma de relatório de manutenção para o período de garantia dos equipamentos. Na tabela 4.2. pode visualizar-se o relatório tipo, onde se encontram a lista de tarefas e procedimentos a analisar/executar em cada manutenção preventiva. É possível efetuar registos até às mil e quinhentas horas de trabalho uma vez que a partir das duas mil horas o equipamento não se encontra abrangido pela garantia Vicort.

Tabela 4.2. Relatório de manutenção

		Relatório de Manutenção	
O.Manut. Nº _____ Cliente: _____ Máq Nº _____		REVISÃO DAS _____ (HORAS) Nº HORAS (REAIS) _____	
Manutenção com periodicidade de 500 H			
	Realizada	Não Realizada	500 H
Limpeza geral			
Lubrificar as cavilhas dos motores e as pinças			
Verificar a carga do acumulador hidráulico			
Limpar o sistema de lubrificação do serrote			
Verificar a calibração dos sensores e pressões			
Verificar o curso dos cilindros hidráulicos			
Verificar as fugas nos elementos hidráulicos			
Inspeccionar as fugas, os danos, as fissuras, etc.			
Outras: _____			
Manutenção com periodicidade de 1000 H			
	Realizada	Não Realizada	1000 H
Manutenção das 500 H			

Verificar o sistema medidor (mola, motor e corrente)			
Verificar o sistema de lubrificação (mola e vedantes)			
Carregar/trocar o acumulador			
Verificação da rotação da máquina ao ralenti _____; máx _____			
Verificar o estado do reles, dos cabos e dos sensores			
Verificar as fugas dos cilindros hidráulicos e dos motores			
Verificar o sistema de rolo livre			
Outras: _____			
Manutenção com periodicidade de 1500 H			
	Realizada	Não Realizada	1500 H
Manutenção das 1000 H			
Analisar/Substituir os sinoblocos do berço			
Substituir os vedantes/retentores do sistema de lubrificação do serrote			
Verificar a carga do acumulador			
Verificar as folgas no sistema de rolo livre			
Verificar/Analisar o desgaste das lâminas e dos chassis			
Analisar o desgaste das cavilhas e dos casquilhos			
Trocar as rótulas do cilindro hidráulico do serrote			
Outras _____			
Data:	Cliente:	Técnico:	

4.3.4. Manutenções Corretivas/ Reconstrução de Processadores

Durante o período de estágio foi ainda feito o acompanhamento de vários processos de reparações mecânicas a máquinas giratórias de rastros, bem como a deteção de avarias e problemas hidráulicos nesses equipamentos. Apesar de não serem descritos no presente relatório, o autor destaca que estes não foram menos importantes no aprofundar da formação académica em contexto de trabalho.

As manutenções corretivas apresentadas neste ponto foram realizadas durante o período de estágio em alguns equipamentos hidráulicos de processadores de corte e máquinas giratórias. Resumidamente apresentam-se diversas manutenções realizadas, descritas e apresentadas da figura 4.19. à figura 4.27., referindo as principais causas da sua ocorrência.

Assim, na figura 4.19. pode visualizar-se o processo de intervenção num distribuidor hidráulico do processador V340, onde é observável que num dos elementos existiu uma rotura da válvula antichoque. Procedeu-se à reparação do elemento danificado, mas no caso o importante seria perceber a origem do problema apresentado.



Figura 4.19. Intervenção no distribuidor hidráulico

Durante a reparação do distribuidor foram analisados todos os componentes do mesmo, tentando encontrar outros elementos danificados ou alterados. Não tendo sido encontrada nenhuma alteração além da apresentada, procedeu-se à reparação e respetiva substituição do elemento danificado.

Após a montagem do mesmo no processador de corte procedeu-se à sua afinação, o que se revelou impossível uma vez que o caudal hidráulico debitado para o processador por parte da máquina giratória era muito superior em alguns movimentos.

Encontrada a irregularidade que originou a intervenção e após afinação do sistema hidráulico da máquina giratória, pode concluir-se que a avaria se encontrava solucionada.

Dentro do conjunto dos motores hidráulicos constituintes de um processador de corte V340, os de maior cilindrada são os dos rolos laterais. Estes estão sujeitos a maiores esforços e cargas nas operações de descasque e tração de toros de madeira. A figura 4.20. ilustra a reparação de um motor hidráulico de 500 cm³ dos rolos laterais. O cliente solicitou a manutenção relatando que o processador não se encontrava a descascar com normalidade e que um dos motores se encontrava com baixa velocidade e sem força. Após a deslocação da assistência técnica ao local concluiu-se que as pressões de retorno e dreno de um dos motores não estariam nas suas condições normais de funcionamento. Procedeu-se à desmontagem do motor na oficina onde se verificou a existência de desgaste excessivo nos elementos do rotor, como se encontra assinalado na figura 4.20. Não existindo reparação mecânica para o rotor hidráulico, efetuou-se a sua substituição, e de alguns elementos danificados como rolamentos e vedantes. Seguida a reparação o motor hidráulico foi testado na bancada de ensaios hidráulicos.

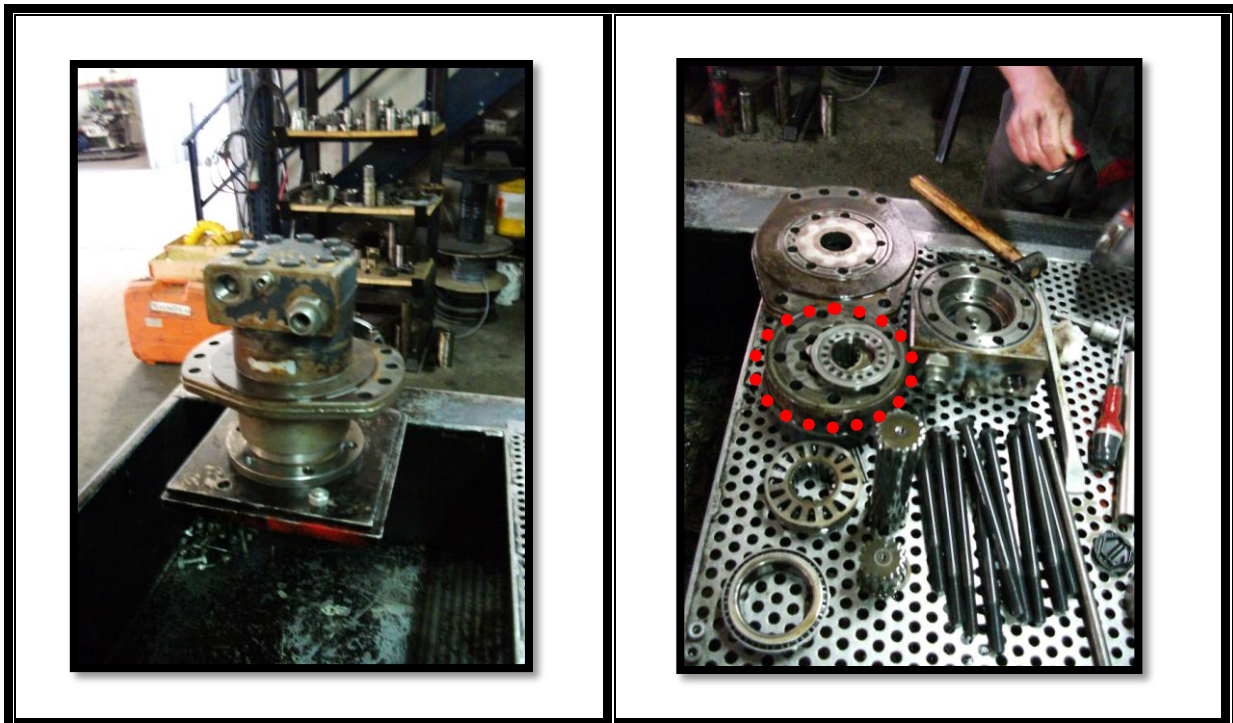


Figura 4.20. Reparação do motor hidráulico dos rolos laterais

O motor hidráulico do sistema de corte é um dos elementos do processador com maior número de operações diárias. Tendo em conta esse fator deve ter-se especial atenção na sua manutenção, nomeadamente na eliminação de folgas do sistema de afinação da corrente e na substituição de rótulas no cilindro hidráulico.

Após a desmontagem e avaliação do mesmo, foram encontrados nos carretos de comando do motor, alguns dentes degolados e problemas nos rolamentos interiores (figura 4.21.).

Da análise efetuada, conclui-se que uma das causas prováveis à ocorrência deste problema seria a falta de manutenção no sistema de corte, encontrando-se este com elevado número de folgas nos componentes, danificando o motor através dos impactos do sistema de fixação da lâmina de corte.

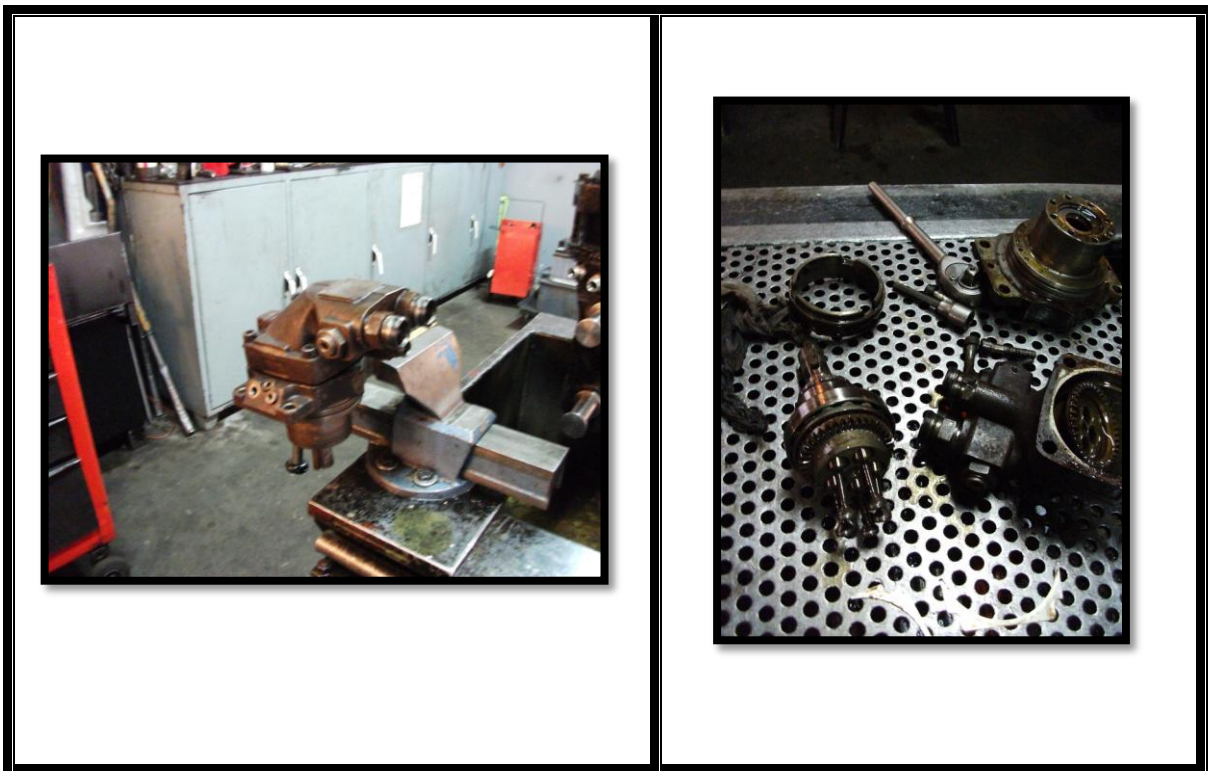


Figura 4.21. Manutenção corretiva do motor hidráulico do serrote

O sistema de assistência técnica não está disponível apenas para os produtos fabricados pela empresa, sendo prestado serviço de assistência técnica na reparação de sistemas hidráulicos, elétricos, entre outros, de marcas externas.

A bomba hidráulica Kawasaki apresentada na figura 4.22. pertence ao sistema hidráulico da máquina giratória Hyundai 210 LC7. Este equipamento encontrava-se com um elevado défice de caudal numa das bombas hidráulicas. Para identificação do mesmo foi necessário efetuar um ensaio de controlo de caudal através do caudalímetro hidráulico.

Durante a intervenção foram encontrados alguns objetos ferrosos no interior da bomba o que viria a danificar os pistões de uma das bombas, provocando um desgaste excessivo no contacto dos mesmos com o plano de inclinação.

Após a sua reparação, foi necessário efetuar a substituição do fluido hidráulico e proceder à limpeza dos respetivos circuitos e depósito, eliminando todos os locais de possível contágio.

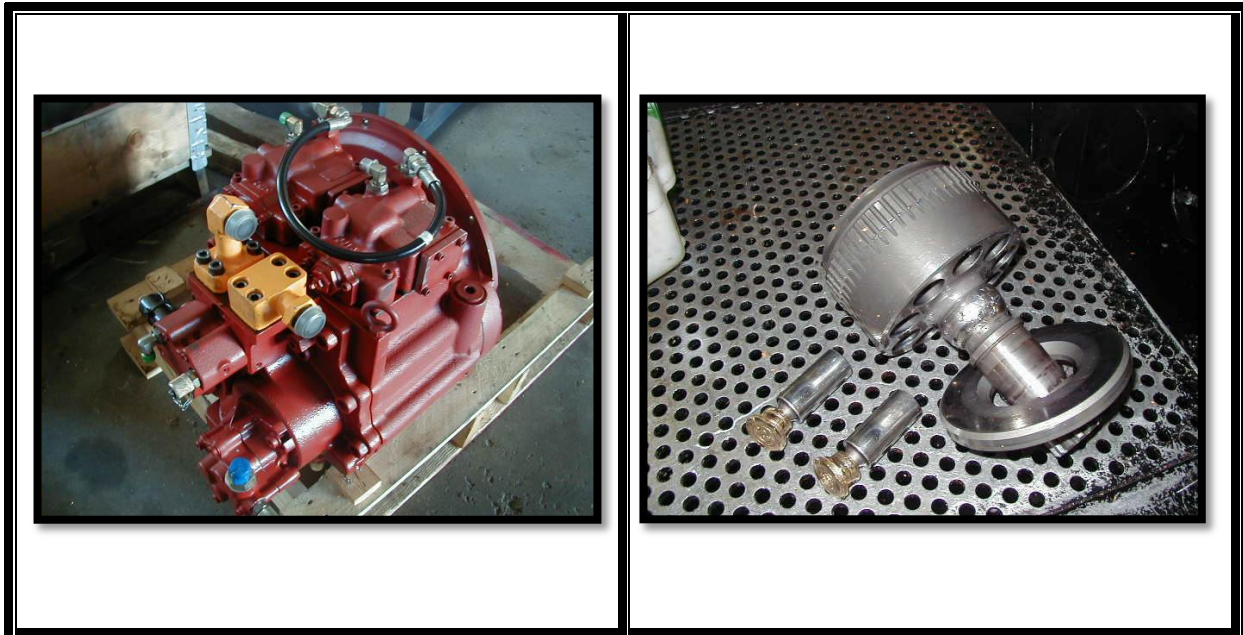


Figura 4.22. Intervenção da bomba hidráulica Kawasaki

A figura 4.23. ilustra o sistema de fixação do rotor ao pendural, onde se pode visualizar o desgaste existente entre o casquilho e a cavilha de fixação. Este problema surge pela falta de manutenção preventiva diária ou semanal em termos de lubrificação das partes móveis do sistema. Para proceder à reparação foi necessário retificar o furo e a maquinar uma nova cavilha de fixação. Este é um dos aspetos onde se pode visualizar a importância das pequenas manutenções diárias como limpeza e lubrificação dos órgãos mecânicos, evitando situações de manutenção corretiva, como no caso apresentado.

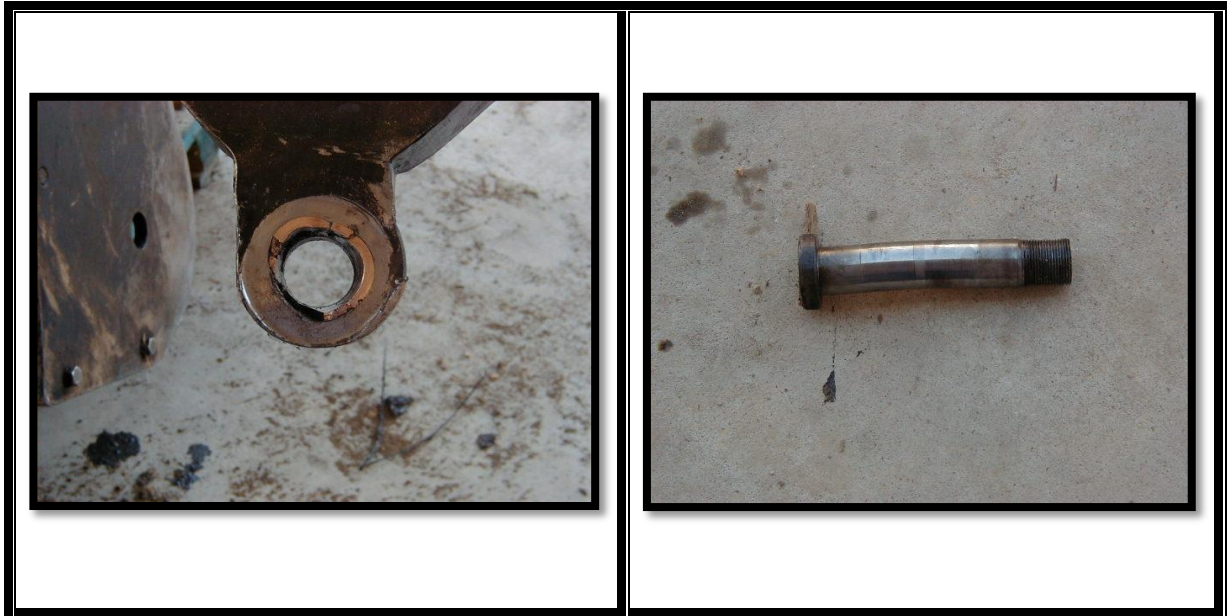


Figura 4.23. Manutenção corretiva cavilha do berço

Os processadores Vicort possuem uma duração média de vida de cerca de doze mil horas de funcionamento, sendo a reconstrução de processadores usados um dos serviços disponibilizados pela empresa. Estes são inteiramente desmontados nos vários grupos que o constituem (figura 4.24.) e devidamente reparados.

Os chassis dos processadores são totalmente reparados, no que diz respeito à eliminação de folgas, quebras estruturais e soldaduras realizadas durante a vida útil. O mesmo sucede com os sistemas hidráulicos, sendo estes testados e avaliados sobre o seu estado geral, podendo sofrer reparações ou mesmo substituídos por elementos novos. O sistema elétrico do processador é devidamente inspecionado, sendo renovados alguns componentes elétricos.

As mangueiras hidráulicas do processador são substituídas na totalidade, assim como o sistema de corte do mesmo. Os sistemas de rolos, dependendo se, são de bicos ou helicoidais são sujeitos a reparação no caso de ser possível, ou são substituídos por rolos integralmente novos em caso de total degradação.

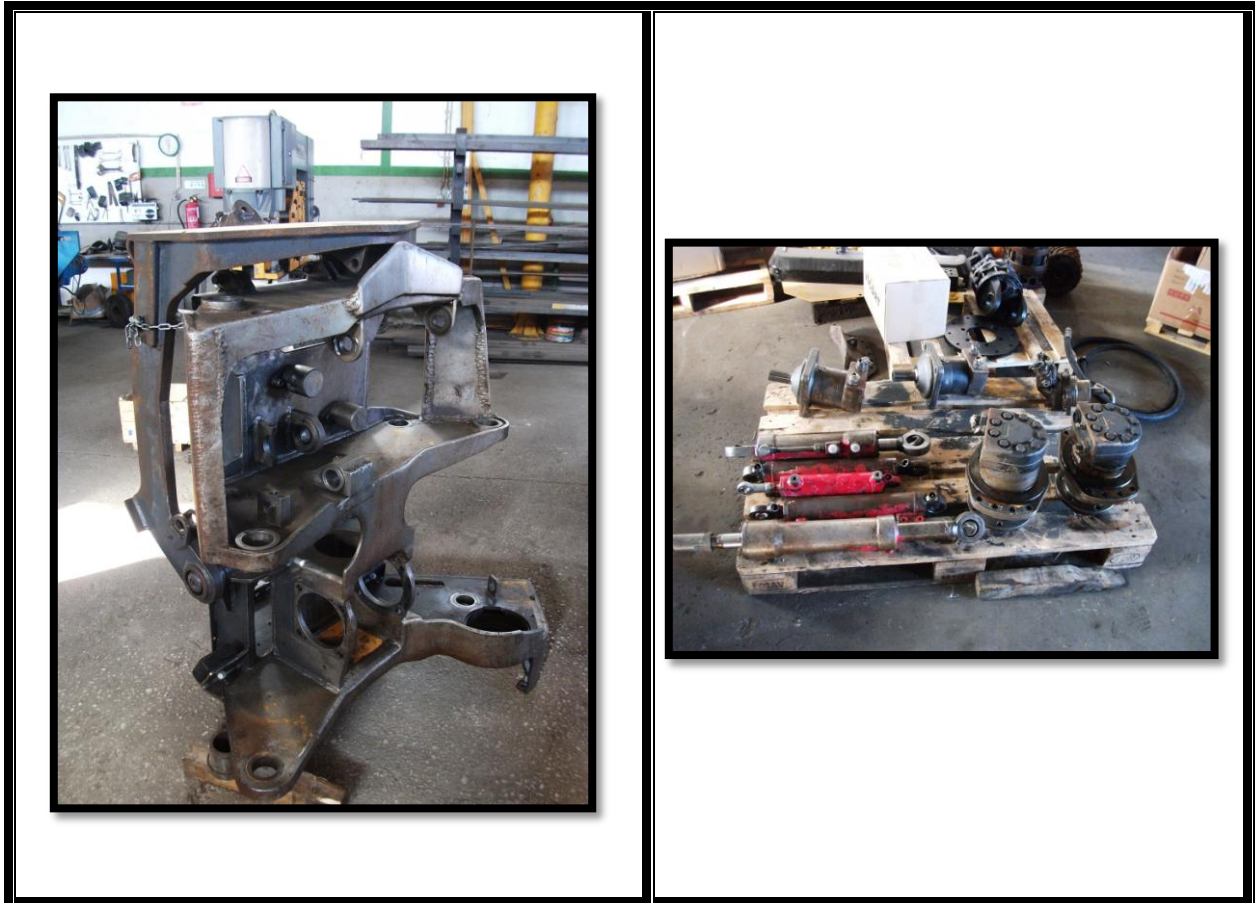


Figura 4.24. Reconstrução do processador V340

Durante o período de estágio, nomeadamente no acompanhamento das reconstruções e manutenções corretivas, foi possível verificar que umas das intervenções comuns seria a reparação do chassi dos motores de pinça única. Este apresenta-se na figura 4.25., onde é possível visualizar a zona de início da fenda que origina a rutura total entre a pinça única e o chassi. Quando a fenda é detetada pelos proprietários ou operadores dos processadores, estes tendem a eliminar a mesma aplicando novamente soldadura entre as superfícies, o que a curto prazo se revela insuficiente. A pinça apresentada é referente ao modelo V340 e V340-B. Este modelo, que presentemente não se encontra a ser comercializado, foi sofrendo alterações dando origem ao modelo V340HD, como já mencionado anteriormente. O gabinete de projeto procedeu a uma análise desta situação, não tendo encontrado nenhuma razão para esta falha mecânica, tendo no novo processador recorrido à alteração da pinça única e da sua união com o chassi central do processador.

Após análise da situação de rutura nesta pinça, foi proposto pelo estagiário desenvolver um estudo numérico do chassi dos motores de pinça única através do método dos elementos finitos com recurso ao *software SolidWorks Simulation*, que se apresenta no capítulo seguinte.



Figura 4.25. Reconstrução processador/Quebra estrutural chassi dos motores

Uma das técnicas que tem sido utilizada na empresa para reforçar o chassi após a ocorrência de fendas ou mesmo rotura, consiste na aplicação de dois elementos em forma de “L” com espessura de doze milímetros, do mesmo tipo de material do reforço anterior utilizado na pinça, permitindo assim, a ligação na envolvente da mesma ao chassi, reforçando os deslocamentos existentes entre os dois elementos. As figuras 4.26. e 4.27. ilustram o processo de reparação de um chassi dos motores que sofreu rutura no reforço junto à pinça única.

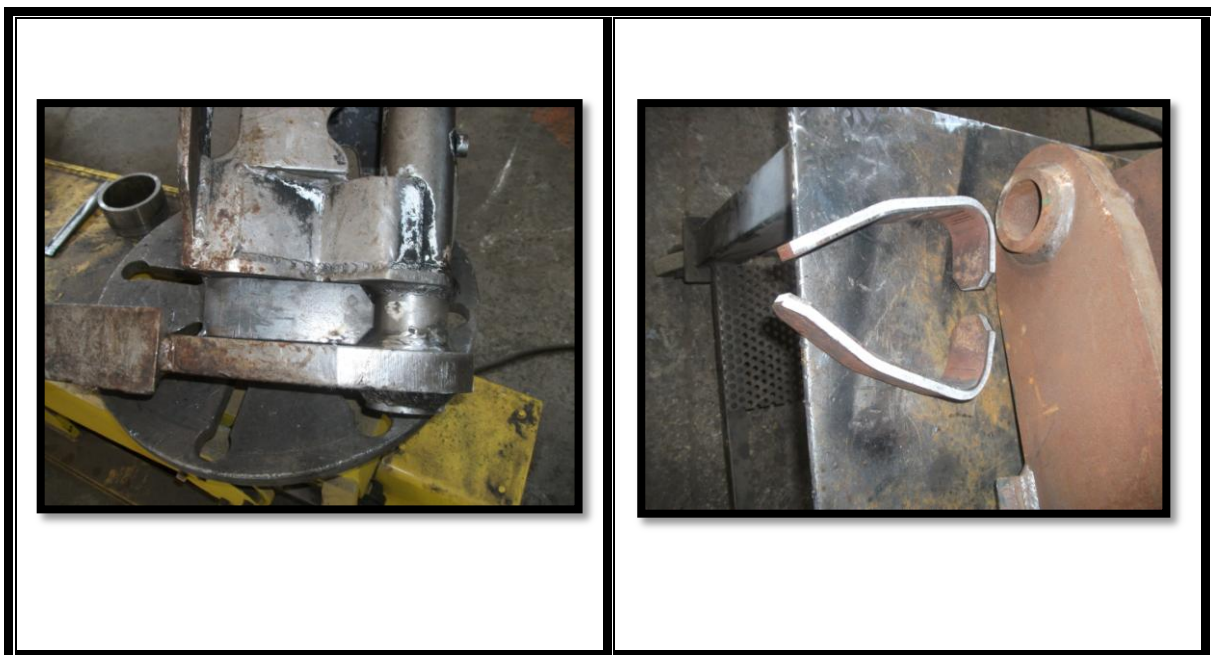


Figura 4.26. Reparação/Reforço do chassi dos motores

Após este reforço os chassis não voltaram a entrar em rotura, nem existe conhecimento da ocorrência ou início de fendas no mesmo. Percebe-se que toda a estrutura se encontra mais apoiada e sólida com o reforço aplicado, mas não é possível ainda efetuar uma análise mais concreta e conclusiva, uma vez que as fissuras apenas surgiram pela primeira vez sem reforço ao fim de cerca de três mil horas de funcionamento dos mesmos.



Figura 4.27. Reparação/reforço do chassi dos motores

4.3.5. Plano de Manutenção Preventiva de Equipamentos Oficiais

Nas instalações de produção situadas, na unidade industrial da empresa em Castelo Branco, os equipamentos de produção possuem um planeamento de manutenção preventiva. Nas instalações da Sertã, onde se realizou o estágio, alguns equipamentos de serviço à assistência técnica pós-venda não possuíam nenhum planeamento para a sua manutenção preventiva, sendo estes intervencionados sempre que necessário ou na paragem anual de fim de ano.

Neste contexto, foi solicitado ao estagiário que desenvolve-se um plano de manutenção para os seguintes equipamentos: torno mecânico manual, fresadora manual vertical, quinadeira e guilhotina.

Na tabela 4.3. apresenta-se o respetivo plano de manutenção da fresadora vertical, elaborado com base nas informações do fabricante para este equipamento e na sua carga de trabalho diária. À semelhança do plano de manutenção para a fresadora apresentada na figura 4.27 foi também realizado o mesmo para os restantes equipamentos, encontrando-se os respetivos planos de manutenção e ilustrações dos mesmos no Anexo 5.



Figura 4.28. Fresadora manual

Tabela 4.3. Plano de manutenção fresadora vertical

Plano de Manutenção									
D	S	M	A	500 H	1000 H	Equipamento	Atividades	Consumíveis	Código
X							Manter a máquina e o espaço envolvente limpo e ordenado.		TM01
X							Verificar os níveis de óleo hidráulico/Barramento/Refrigeração.		TM02
X							Verificar o aperto dos grampos, da bucha e das ferramentas.		TM03
X							Limpar as limalhas junto das ferramentas e acessórios.		TM04
X							Verificar/limpar os barramentos.		TM05
X							Verificar a pressão de óleo.		TM06
	X						Verificar a contaminação do líquido refrigerante.		TM07
	X						Lubrificar as partes móveis e os pontos de lubrificação.	Mobilux grease 2	TM08
					X		Verificar/limpar o filtro de óleo.		TM09
X						FRESADORA	Verificar a existência de fugas de óleo.		TM10
			X				Substituir o óleo hidráulico.	ISO VG32, 8L	TM11
					X	PINNACLE	Limpar o quadro elétrico e verificar os conectores.		TM12
	X					PK-FV3	Verificar a lubrificação dos barramentos		TM13
X							Verificar a existência de ruídos/anomalias.		TM14
					X		Verificar o nivelamento da máquina.		TM15
			X				Substituir o filtro de óleo hidráulico.	ISO VG68	TM16

5. ESTUDO NUMÉRICO DO CHASSI DE PINÇA ÚNICA DO PROCESSADOR VICORT V340

Neste capítulo apresenta-se um estudo numérico efetuado ao chassi dos motores que possuem a pinça única, que tal como anteriormente mencionado surgiu de uma análise real de falhas e consiste num desafio feito ao estagiário pela empresa Vicort. Estes chassis têm apresentado alguns problemas, com especial incidência no aparecimento de fendas e consequente rotura do material na zona de ligação da pinça única ao chassi, que ocorreu em vários processadores de corte quando atingem cerca de três mil horas de trabalho. A modelação geométrica do chassi foi feita no *software SolidWorks*, sendo o seu estudo numérico realizado através do método dos elementos finitos com a utilização do programa comercial *SolidWorks Simulation* [16].

5.1. Introdução ao Método dos Elementos Finitos

O método dos elementos finitos é hoje o método numérico mais utilizado para resolução de problemas de mecânica estrutural, devido à sua versatilidade numérica e simplicidade de utilização, consistindo numa técnica bastante versátil e fácil de adaptar a diferentes tipos de elementos estruturais e a vários regimes de comportamento. No entanto, a sua utilização está associada à obtenção de soluções aproximadas, o que obriga a que esta ferramenta deva ser utilizada de forma criteriosa, devendo ser feita uma análise crítica e cuidada dos resultados obtidos. Em todos os modelos que se apresentam, a malha de elementos finitos foi definida a partir do elemento sólido tetraédrico parabólico de primeira ordem, com dez nós e três graus de liberdade por nó, que representam as três translações ortogonais X, Y e Z. [17] Os elementos parabólicos necessitam de mais recursos computacionais do que os elementos lineares mas permitem resultados mais aproximados nos componentes do chassi. Este elemento finito, com a designação *solid* da biblioteca do *software* representa-se esquematicamente na figura 5.1. [18].

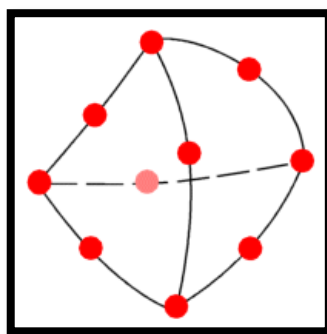


Figura 5.1. Representação esquemática do elemento *solid* tetraédrico parabólico

5.2. Desenho do Modelo Geométrico

O modelo geométrico foi desenhado à escala real através do *software* SolidWorks (figura 5.2.), tendo como base o modelo original (figura 5.3.). Este modelo diz respeito aos processadores de corte V340 e V340-B. [20]

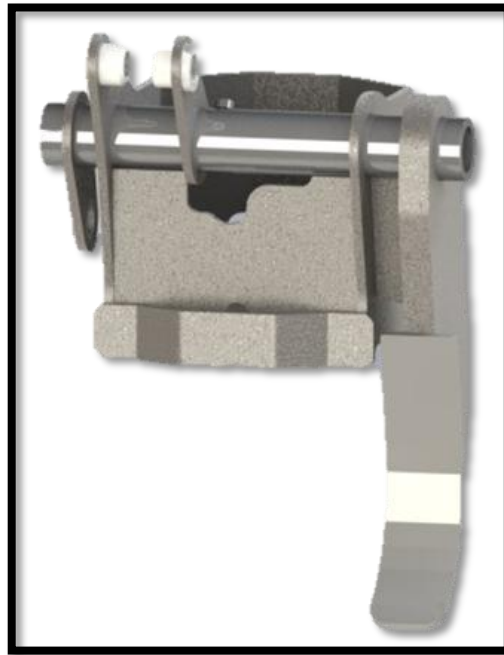


Figura 5.2. Modelo geométrico 3D



Figura 5.3. Chassi original

5.3. Simulação Numérica

Para a realização do estudo numérico e respetiva análise estática do modelo, foram adicionados e retirados alguns elementos em relação ao modelo original, como o caso das cavilhas de fixação do chassi ao processador e do cilindro hidráulico dos motores que foram adicionados para aproximar o modelo ao seu funcionamento real (figura 5.4. a). Para simplificar o modelo de cálculo foram retirados os anéis de fixação da régua de guia e o olhal de fixação dos anéis, não interferindo estes com o estudo (figura 5.4. b).

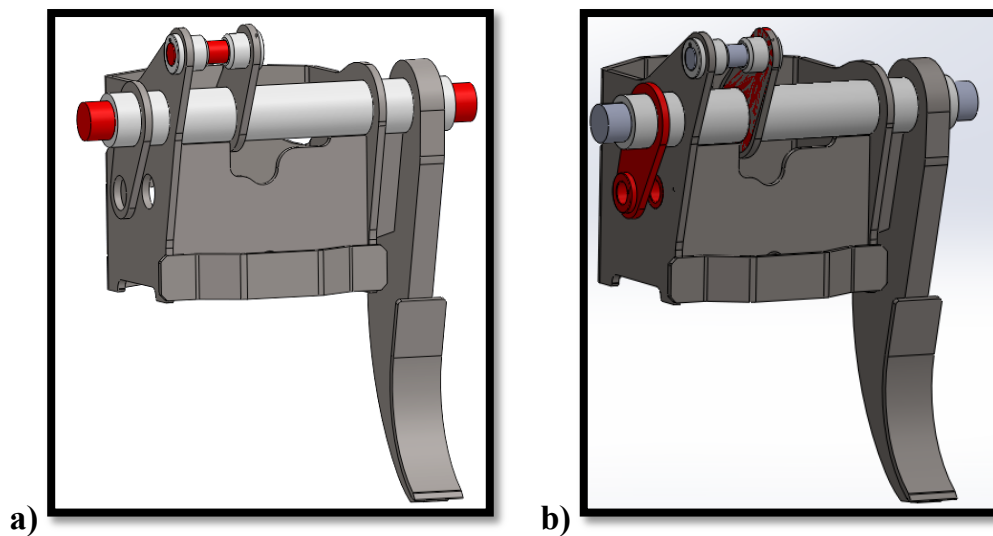


Figura 5.4. Modelo de análise estática

5.3.1. Materiais

A identificação dos materiais e das suas propriedades mecânicas foi realizada por intermédio de consultas ao projeto de construção do chassi e posterior pesquisa nos fornecedores da empresa. A tabela 5.1. resume todos os materiais aplicados e as suas propriedades mecânicas. Estes foram inseridos na biblioteca de materiais do SolidWorks para o estudo apresentado.

Tabela 5.1. Tabela resumo dos materiais e suas propriedades

<p>WELDOX 700</p> <p>Elementos:</p> <p>Aba do chassi</p> <p>Pinça única</p> <p>Flange Motor dos rolos</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Property</th> <th>Value</th> <th>Units</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elastic Modulus in X</td> <td>2.05e+011</td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Poisson's Ration in XY</td> <td>0.29</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>Shear Modulus in XY</td> <td>8e+010</td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Mass Density</td> <td>7858</td> <td>kg/m³</td> </tr> <tr> <td>Tensile Strength in X</td> <td>800000000</td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Compressive Strength in X</td> <td></td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Yield Strength</td> <td>700000000</td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Thermal Expansion Coefficient in X</td> <td>1.2e-005</td> <td>/K</td> </tr> <tr> <td>Thermal Conductivity in X</td> <td>52</td> <td>W/(m-K)</td> </tr> <tr> <td>Specific Heat</td> <td>486</td> <td>J/(kg-K)</td> </tr> </tbody> </table>	Property	Value	Units	Elastic Modulus in X	2.05e+011	N/m ²	Poisson's Ration in XY	0.29	N/A	Shear Modulus in XY	8e+010	N/m ²	Mass Density	7858	kg/m ³	Tensile Strength in X	800000000	N/m ²	Compressive Strength in X		N/m ²	Yield Strength	700000000	N/m ²	Thermal Expansion Coefficient in X	1.2e-005	/K	Thermal Conductivity in X	52	W/(m-K)	Specific Heat	486	J/(kg-K)
Property	Value	Units																																
Elastic Modulus in X	2.05e+011	N/m ²																																
Poisson's Ration in XY	0.29	N/A																																
Shear Modulus in XY	8e+010	N/m ²																																
Mass Density	7858	kg/m ³																																
Tensile Strength in X	800000000	N/m ²																																
Compressive Strength in X		N/m ²																																
Yield Strength	700000000	N/m ²																																
Thermal Expansion Coefficient in X	1.2e-005	/K																																
Thermal Conductivity in X	52	W/(m-K)																																
Specific Heat	486	J/(kg-K)																																
<p>DOMEX 700</p> <p>Elementos:</p> <p>Olhal de fixação dos cilindros</p> <p>Tampa proteção motores</p> <p>Proteção frente chassi</p> <p>Reforço pinça única</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Property</th> <th>Value</th> <th>Units</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elastic Modulus in X</td> <td>2.05e+011</td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Poisson's Ration in XY</td> <td>0.29</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>Shear Modulus in XY</td> <td>8e+010</td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Mass Density</td> <td>7858</td> <td>kg/m³</td> </tr> <tr> <td>Tensile Strength in X</td> <td>750000000</td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Compressive Strength in X</td> <td></td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Yield Strength</td> <td>700000000</td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Thermal Expansion Coefficient in X</td> <td>1.2e-005</td> <td>/K</td> </tr> <tr> <td>Thermal Conductivity in X</td> <td>52</td> <td>W/(m-K)</td> </tr> <tr> <td>Specific Heat</td> <td>486</td> <td>J/(kg-K)</td> </tr> </tbody> </table>	Property	Value	Units	Elastic Modulus in X	2.05e+011	N/m ²	Poisson's Ration in XY	0.29	N/A	Shear Modulus in XY	8e+010	N/m ²	Mass Density	7858	kg/m ³	Tensile Strength in X	750000000	N/m ²	Compressive Strength in X		N/m ²	Yield Strength	700000000	N/m ²	Thermal Expansion Coefficient in X	1.2e-005	/K	Thermal Conductivity in X	52	W/(m-K)	Specific Heat	486	J/(kg-K)
Property	Value	Units																																
Elastic Modulus in X	2.05e+011	N/m ²																																
Poisson's Ration in XY	0.29	N/A																																
Shear Modulus in XY	8e+010	N/m ²																																
Mass Density	7858	kg/m ³																																
Tensile Strength in X	750000000	N/m ²																																
Compressive Strength in X		N/m ²																																
Yield Strength	700000000	N/m ²																																
Thermal Expansion Coefficient in X	1.2e-005	/K																																
Thermal Conductivity in X	52	W/(m-K)																																
Specific Heat	486	J/(kg-K)																																
<p>Tubo mecânico 86,4x57,6 ST52.3 (DIN: 1.0553)</p> <p>Elementos:</p> <p>Tubo fixação central</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Property</th> <th>Value</th> <th>Units</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elastic modulus</td> <td>2.100000031e+011</td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Poisson's ratio</td> <td>0.28</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>Shear modulus</td> <td>7.9e+010</td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Mass density</td> <td>7800</td> <td>kg/m³</td> </tr> <tr> <td>Tensile strength</td> <td>450000000</td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Compressive Strength in X</td> <td></td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Yield strength</td> <td>275000000</td> <td>N/m²</td> </tr> <tr> <td>Thermal expansion coefficient</td> <td>1.1e-005</td> <td>/K</td> </tr> <tr> <td>Thermal conductivity</td> <td>14</td> <td>W/(m-K)</td> </tr> <tr> <td>Specific heat</td> <td>440</td> <td>J/(kg-K)</td> </tr> </tbody> </table>	Property	Value	Units	Elastic modulus	2.100000031e+011	N/m ²	Poisson's ratio	0.28	N/A	Shear modulus	7.9e+010	N/m ²	Mass density	7800	kg/m ³	Tensile strength	450000000	N/m ²	Compressive Strength in X		N/m ²	Yield strength	275000000	N/m ²	Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/K	Thermal conductivity	14	W/(m-K)	Specific heat	440	J/(kg-K)
Property	Value	Units																																
Elastic modulus	2.100000031e+011	N/m ²																																
Poisson's ratio	0.28	N/A																																
Shear modulus	7.9e+010	N/m ²																																
Mass density	7800	kg/m ³																																
Tensile strength	450000000	N/m ²																																
Compressive Strength in X		N/m ²																																
Yield strength	275000000	N/m ²																																
Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/K																																
Thermal conductivity	14	W/(m-K)																																
Specific heat	440	J/(kg-K)																																

<p>Tubo mecânico 63x32 ST52.3 (DIN: 1.0553)</p> <p>Elementos:</p> <p>Anéis de fixação das cavilhas dos C.H. dos motores</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Property</th> <th>Value</th> <th>Units</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Elastic modulus</td><td>2.100000031e+011</td><td>N/m²</td></tr> <tr><td>Poisson's ratio</td><td>0.28</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>Shear modulus</td><td>7.9e+010</td><td>N/m²</td></tr> <tr><td>Mass density</td><td>7800</td><td>kg/m³</td></tr> <tr><td>Tensile strength</td><td>450000000</td><td>N/m²</td></tr> <tr><td>Compressive Strength in X</td><td></td><td>N/m²</td></tr> <tr><td>Yield strength</td><td>275000000</td><td>N/m²</td></tr> <tr><td>Thermal expansion coefficient</td><td>1.1e-005</td><td>/K</td></tr> <tr><td>Thermal conductivity</td><td>14</td><td>W/(m-K)</td></tr> <tr><td>Specific heat</td><td>440</td><td>J/(kg-K)</td></tr> </tbody> </table>	Property	Value	Units	Elastic modulus	2.100000031e+011	N/m ²	Poisson's ratio	0.28	N/A	Shear modulus	7.9e+010	N/m ²	Mass density	7800	kg/m ³	Tensile strength	450000000	N/m ²	Compressive Strength in X		N/m ²	Yield strength	275000000	N/m ²	Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/K	Thermal conductivity	14	W/(m-K)	Specific heat	440	J/(kg-K)
Property	Value	Units																																
Elastic modulus	2.100000031e+011	N/m ²																																
Poisson's ratio	0.28	N/A																																
Shear modulus	7.9e+010	N/m ²																																
Mass density	7800	kg/m ³																																
Tensile strength	450000000	N/m ²																																
Compressive Strength in X		N/m ²																																
Yield strength	275000000	N/m ²																																
Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/K																																
Thermal conductivity	14	W/(m-K)																																
Specific heat	440	J/(kg-K)																																
<p>Aço ao carbono C45E (DIN: 1.1191)</p> <p>Elementos:</p> <p>Cavilha de fixação do chassi</p> <p>Cavilha de fixação dos C.H.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Property</th> <th>Value</th> <th>Units</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Elastic modulus</td><td>2.100000031e+011</td><td>N/m²</td></tr> <tr><td>Poisson's ratio</td><td>0.28</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>Shear modulus</td><td>7.9e+010</td><td>N/m²</td></tr> <tr><td>Mass density</td><td>7800</td><td>kg/m³</td></tr> <tr><td>Tensile strength</td><td>750000000</td><td>N/m²</td></tr> <tr><td>Compressive Strength in X</td><td></td><td>N/m²</td></tr> <tr><td>Yield strength</td><td>565000000</td><td>N/m²</td></tr> <tr><td>Thermal expansion coefficient</td><td>1.1e-005</td><td>/K</td></tr> <tr><td>Thermal conductivity</td><td>14</td><td>W/(m-K)</td></tr> <tr><td>Specific heat</td><td>440</td><td>J/(kg-K)</td></tr> </tbody> </table>	Property	Value	Units	Elastic modulus	2.100000031e+011	N/m ²	Poisson's ratio	0.28	N/A	Shear modulus	7.9e+010	N/m ²	Mass density	7800	kg/m ³	Tensile strength	750000000	N/m ²	Compressive Strength in X		N/m ²	Yield strength	565000000	N/m ²	Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/K	Thermal conductivity	14	W/(m-K)	Specific heat	440	J/(kg-K)
Property	Value	Units																																
Elastic modulus	2.100000031e+011	N/m ²																																
Poisson's ratio	0.28	N/A																																
Shear modulus	7.9e+010	N/m ²																																
Mass density	7800	kg/m ³																																
Tensile strength	750000000	N/m ²																																
Compressive Strength in X		N/m ²																																
Yield strength	565000000	N/m ²																																
Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/K																																
Thermal conductivity	14	W/(m-K)																																
Specific heat	440	J/(kg-K)																																

5.3.2. Contactos

Os contactos entre superfícies podem ser definidos através da opção *Contact Set* do tipo *Bonded* ou *No Penetration*, como ilustra a figura 5.5. sendo a estrutura do modelo construída através de um processo de soldadura, os contactos nas zonas dos cordões de soldadura são modelados como *Bonded*, sendo os contactos das partes móveis como os veios e cavilhas de fixação modelados como *No Penetration*.

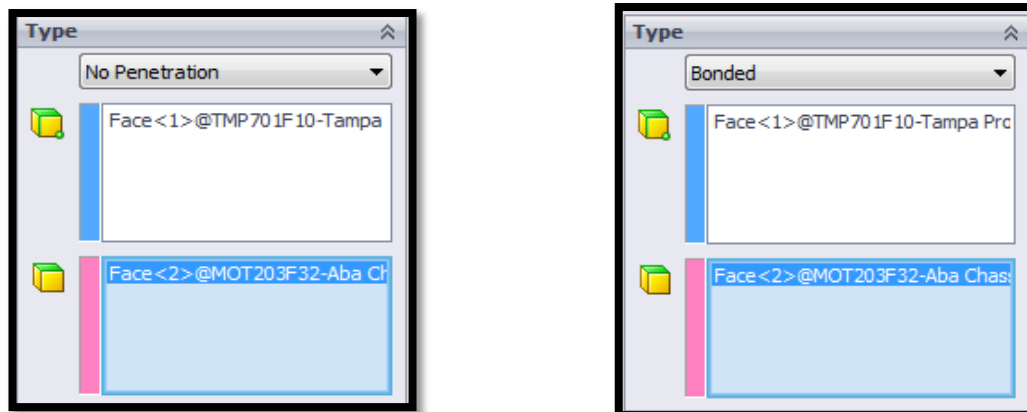


Figura 5.5. Definição dos contactos

5.3.3. Fixações

Nas condições de fronteira do modelo foram restringidos todos os graus de liberdade nas superfícies de ligação ao exterior, simulando o encastramento do chassi.

Foi aplicada a condição *fixe geometry* simulando a fixação original do chassi ao processador deixando a sua rotação livre em torno do veio de fixação. Tendo em consideração que se efetua uma análise estática foi restringido o movimento do chassi apenas na direção do plano frontal como se ilustra na figura 5.6.

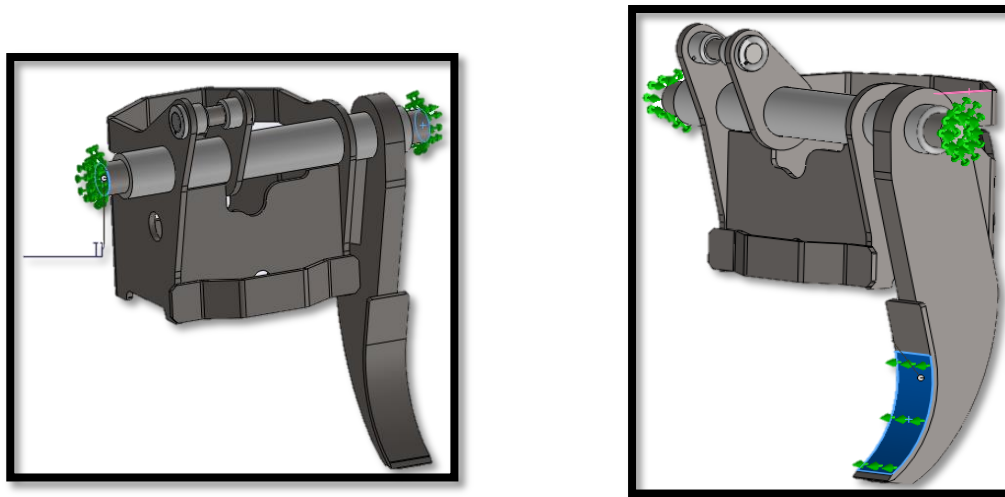


Figura 5.6. Condições fronteira

5.3.4. Cargas Externas e Configurações

Para a realização do estudo foram analisadas três tipos de configurações possíveis, chassi totalmente aberto, totalmente fechado e simulando a operação em que se encontra com um tronco no interior aberto a 45°. O acionamento de abertura e fecho do chassi é realizado através do cilindro hidráulico acoplado ao sistema. Este exerce dois tipos de operações: o movimento de abertura do chassi figura 5.7 b) e o movimento de fecho figura 5.7. a).

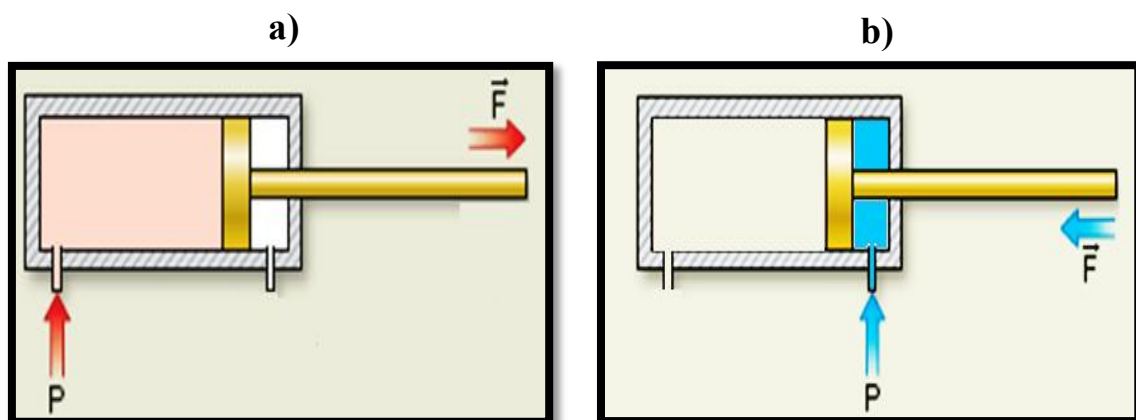


Figura 5.7. Tipos de acionamento do cilindro hidráulico

Para a realização do estudo é necessário calcular o valor da força máxima exercida em cada movimento do cilindro hidráulico, através dos dados reunidos e da Eq.1.

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Em que:

P = Pressão de serviço do cilindro hidráulico para cada movimento [MPa]

$$A = \frac{\pi \times (D_{camisa}^2 - d_{haste}^2)}{4} \quad [mm^2] \quad (2)$$

Dados:

- A pressão hidráulica de serviço para o movimento de avanço do cilindro é de: 120 bar, ou seja, 12 MPa.
- A pressão hidráulica de serviço para o movimento de recuo do cilindro é de: 50 bar, ou seja, 5 MPa.
- Diâmetro da camisa = 70mm
- Diâmetro da haste = 40mm

Obtém-se:

$$F_{avanço} = 46176N$$

$$F_{recuo} = 12960N$$

5.3.4.1. Configuração 1- Chassi Totalmente Aberto

O movimento de recuo do cilindro hidráulico é responsável pela abertura do chassi. Uma das configurações estudadas foi a posição de abertura total do chassi com a força de recuo aplicada na direção do movimento como ilustra na figura 5.8.

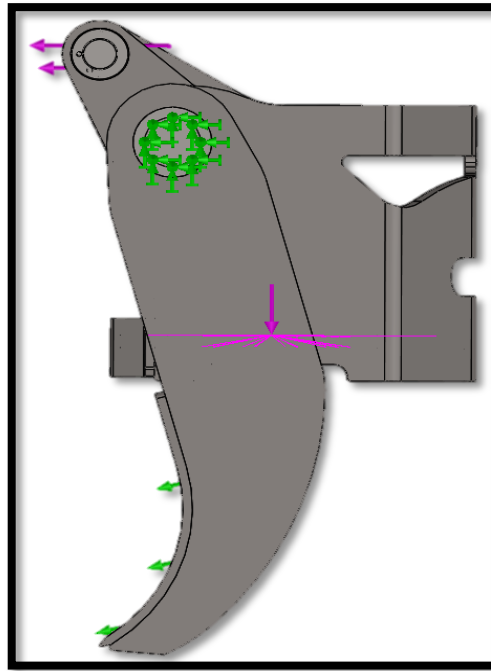


Figura 5.8. Configuração 1- chassi totalmente aberto

5.3.4.2. Configuração 2 – Chassi Totalmente Fechado

A segunda configuração estudada apresenta-se na figura 5.9., que representa a situação onde o chassi se encontra totalmente fechado, estando o cilindro hidráulico a exercer a sua força máxima de avanço.

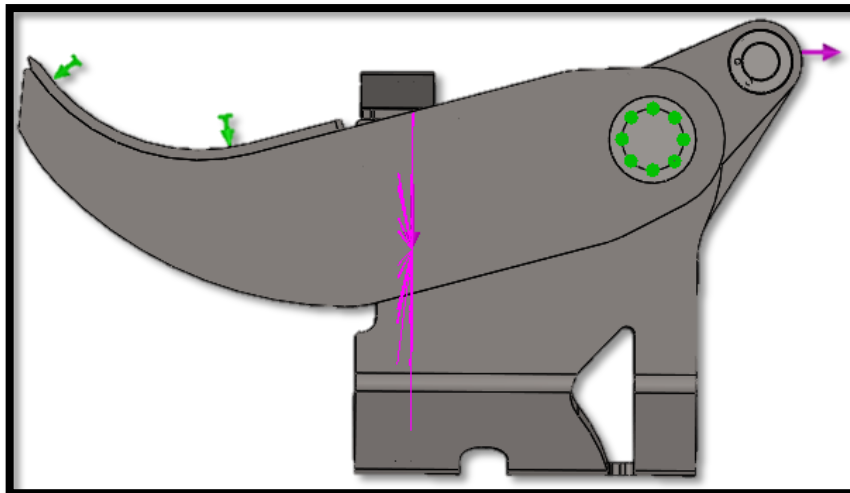


Figura 5.9. Configuração 2- chassi totalmente fechado

5.3.4.3. Configuração 3 – Chassi a Meio Curso

A figura 5.10. apresenta a terceira configuração analisada, pretende simular a situação de funcionamento em que o processador possui um toro de madeira no seu interior e não fecha completamente, com o cilindro hidráulico a realizar o movimento de avanço.

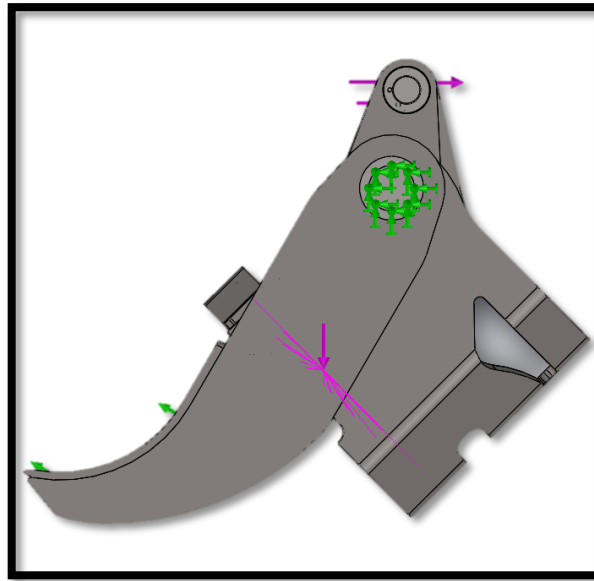


Figura 5.10. Configuração 3 - chassi a meio curso

O motor hidráulico e o rolo de descasque são constituintes do chassi dos motores que, se encontram no interior do chassi. Os referidos elementos possuem uma massa conjunta de 1000 N diretamente transferida para o chassi. Para aproximar o modelo de estudo ao equipamento real foi introduzida uma massa remota na forma de conexão rígida aplicada no suporte do motor hidráulico e referente ao sistema de coordenadas global de cada configuração como se apresenta na figura 5.11.

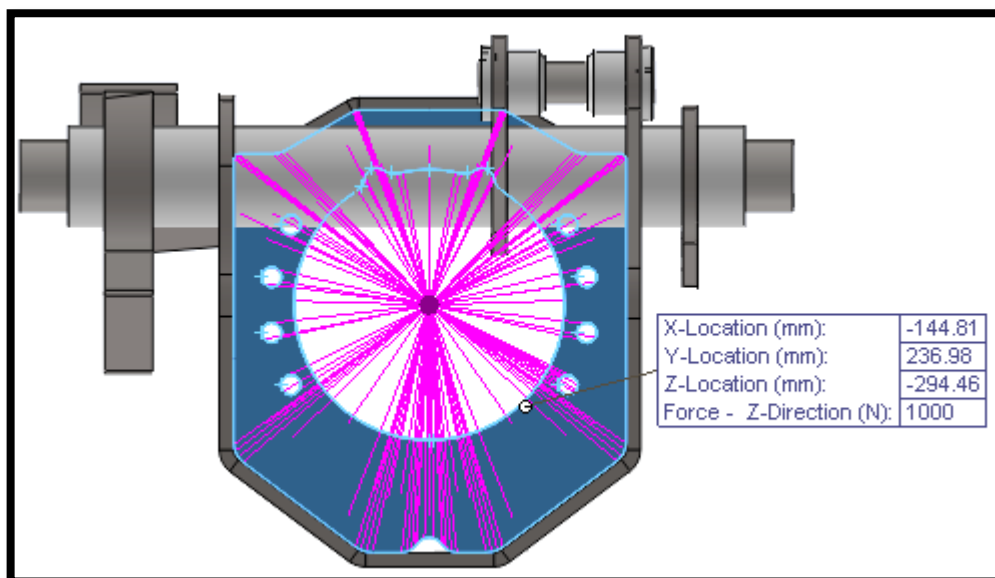


Figura 5.11. Aplicação de massa remota

5.3.5. Seleção de Malha

No gráfico 5.1. pode observar-se o estudo de convergência da malha de elementos finitos, tendo como ponto de partida uma dimensão média do elemento de 12 mm e incrementos de 0,5 mm até ao máximo de capacidade computacional do computador utilizado, para o valor final de 5 mm. O modelo final obtido conduz a uma malha com 452940 elementos, com uma espessura média de 6,5 mm. As características da malha do modelo de elementos finitos apresentam-se na tabela 5.2., sendo também possível verificar que apenas 0,4% dos elementos apresentam uma distorção superior a 3%. Na Figura 5.12. pode visualizar-se o elemento de malha Linear 3D, que neste trabalho é utilizado em todos os estudos realizados em *SolidWorks*, assim como a malha de elementos finitos considerada.

Tabela 5.2. Características da malha do modelo de elementos finitos

Características	Condições	Características	Condições
Tipo de Malha	“Sólida”	Tolerância [mm]	1,3
Malha Utilizada	“Standard”	Tipo de Elemento	Parabólica 3D
Núm. Total de Elementos	452940	Total de Nós	709386
Dimensão Média do Elemento [mm]	6,5	Percentagem Elem. Com distorção [<3%]	99,6



Figura 5.12. Malha de elementos finitos utilizada

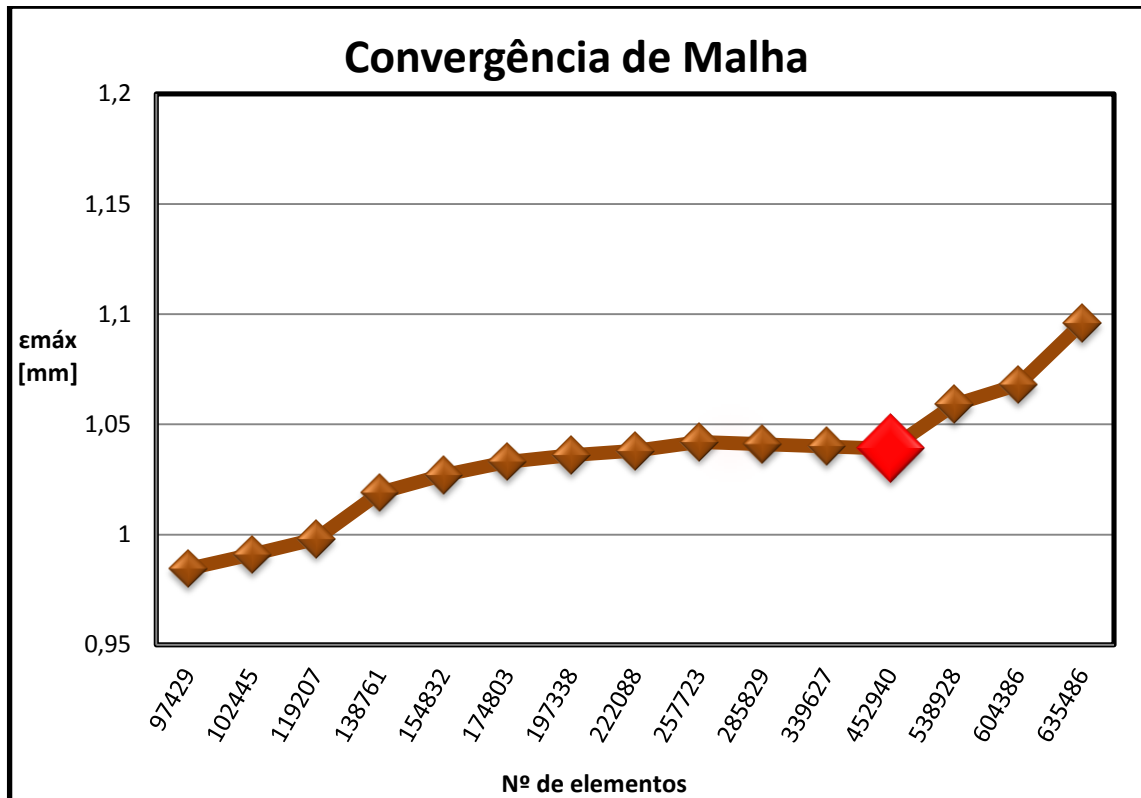


Gráfico 5.1. Convergência de malha do chassi

5.4. Resultados das Diferentes Configurações

Na configuração 1 – (chassi totalmente aberto), a força máxima (12960 N) é exercida pelo cilindro na direção de recuo da haste. A distribuição global de tensões de von Mises e a deformada dos deslocamentos máximos do sistema apresentam-se nas figuras 5.13. e 5.14. Analisando os valores obtidos verifica-se que a tensão máxima apresenta um valor de 97,2 MPa que é muito inferior à tensão de cedência dos materiais em análise. Também é visível que os deslocamentos máximos não se verificam na zona de fratura do chassi.

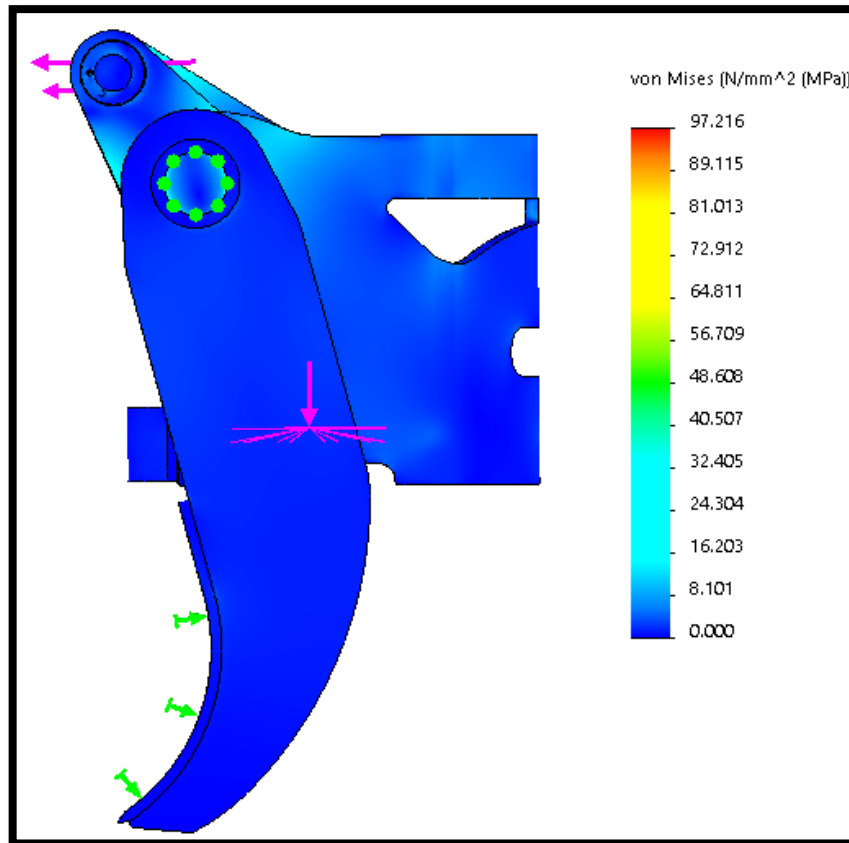


Figura 5.13. Distribuição global de tensões na configuração 1

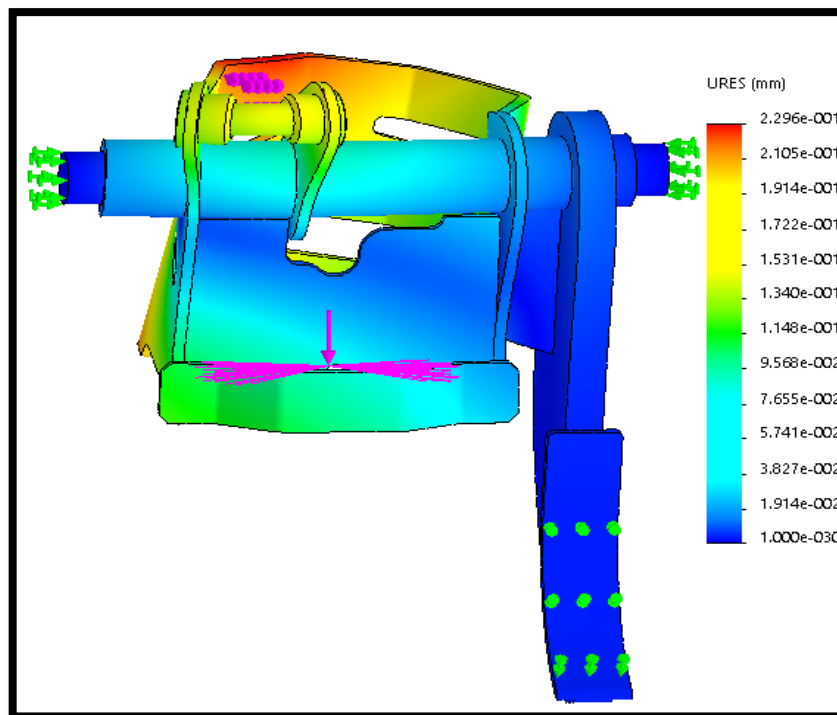


Figura 5.14. Distribuição dos deslocamentos equivalentes na configuração 1

Na configuração 2 – (chassi totalmente fechado), a força máxima (46176 N) é exercida pelo cilindro na direção de avanço da haste. A distribuição global de tensões de von Mises e a deformada dos deslocamentos máximos do sistema apresentam-se nas figuras 5.15. e 5.16. Através da observação dos valores obtidos retira-se a tensão máxima sendo de 242,1 MPa, bastante superior em relação à configuração 1 mas muito inferior à tensão de cedência dos materiais em análise, tendo os deslocamentos máximos e as tensões máximas ocorrido fora da zona de fratura do chassi.

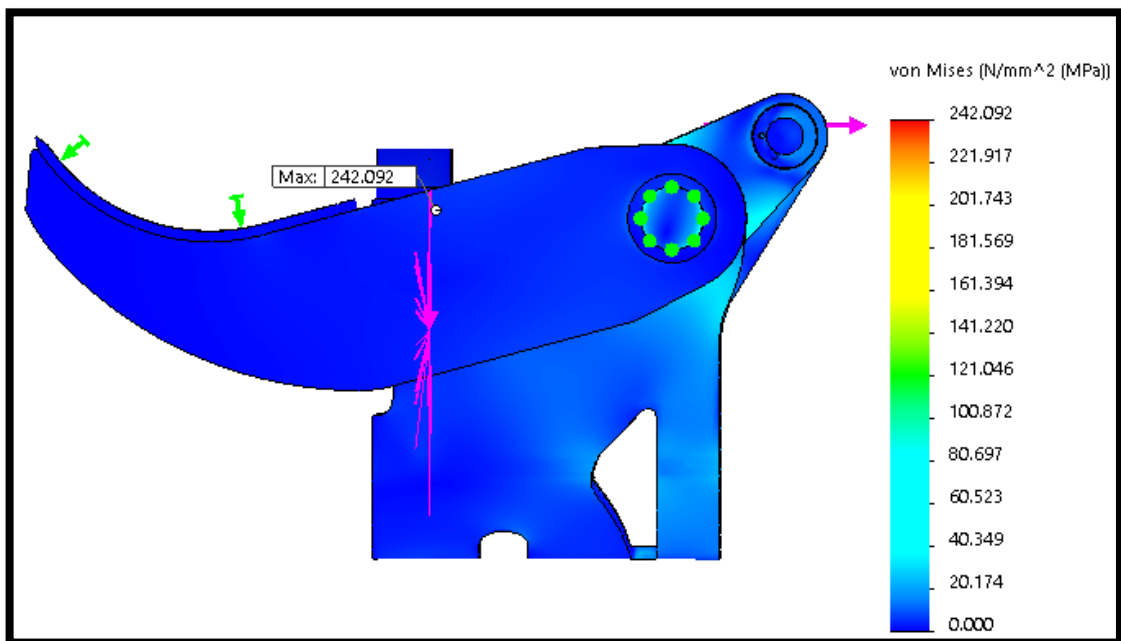


Figura 5.15. Distribuição global de tensões na configuração 2

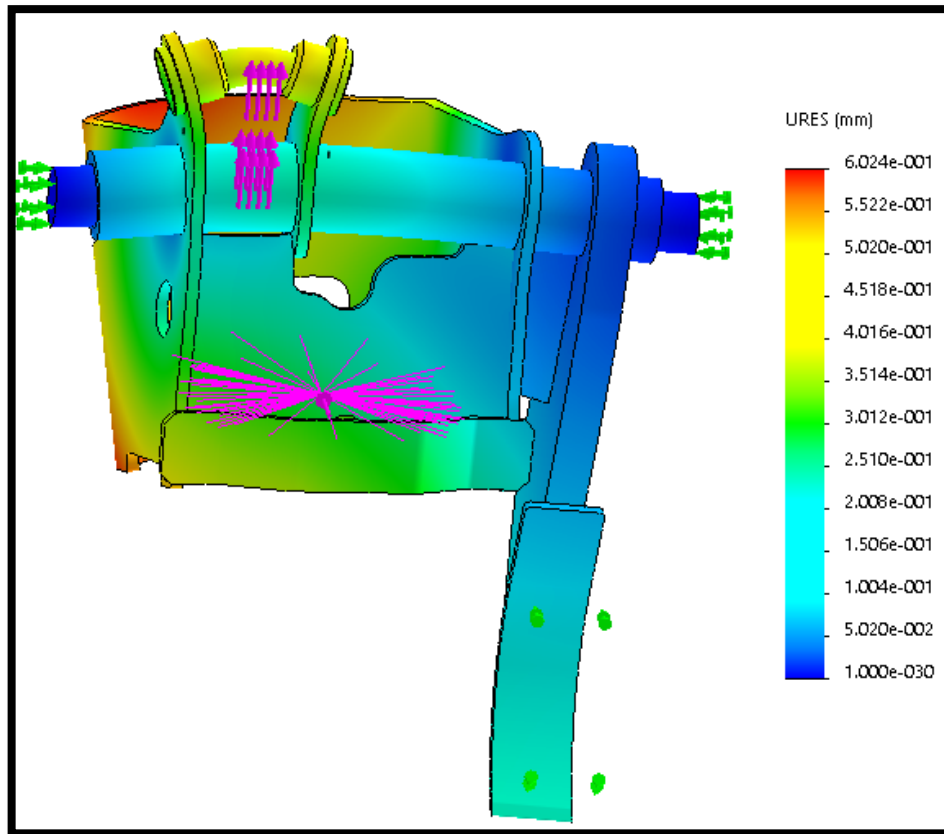


Figura 5.16. Distribuição dos deslocamentos equivalentes na configuração 2

Por ultimo, na configuração 3 – (chassi a meio curso), a força máxima (46176 N) é exercida pelo cilindro na direção de avanço da haste. A distribuição global de tensões de von Mises e os deslocamentos máximos do sistema apresentam-se nas figuras 5.17 e 5.18. Uma observação dos valores obtidos mostra que a tensão máxima apresenta um valor de 413,7 MPa, bastante superior em relação à obtida na configuração 1 e 2, demonstrando que esta será a configuração mais desfavorável para o modelo, no entanto as tensões máximas encontram-se muito inferiores à tensão de cedência do material em análise, neste caso de 700 MPa. Tal como nas outras configurações, também nesta situação os deslocamentos máximos não se verificam na zona de fratura do chassi, mas sim na aba do chassi como se pode verificar na figura 5.18.

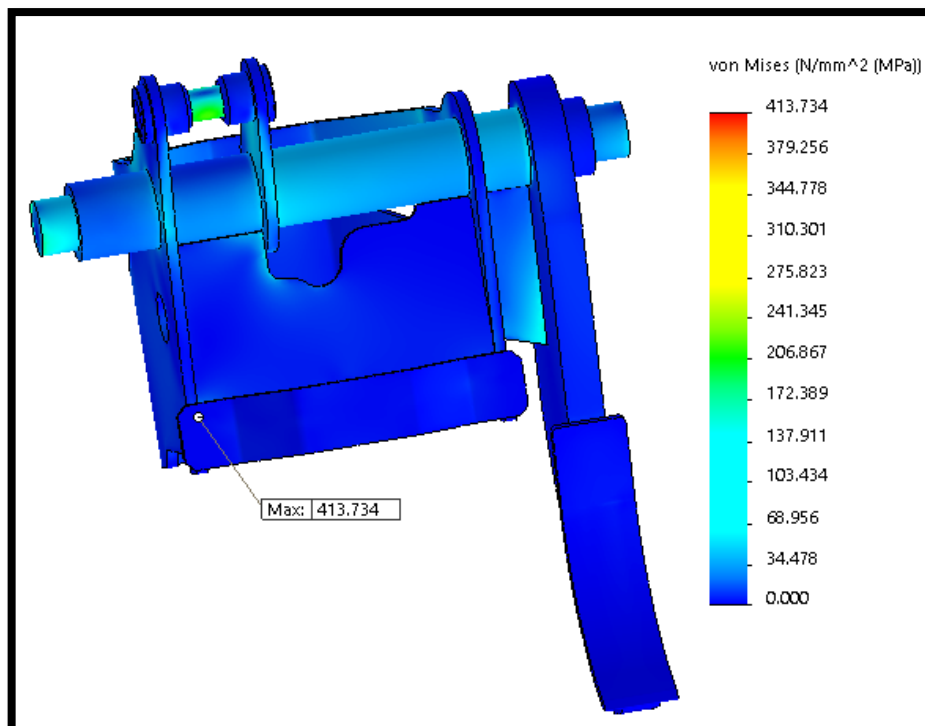
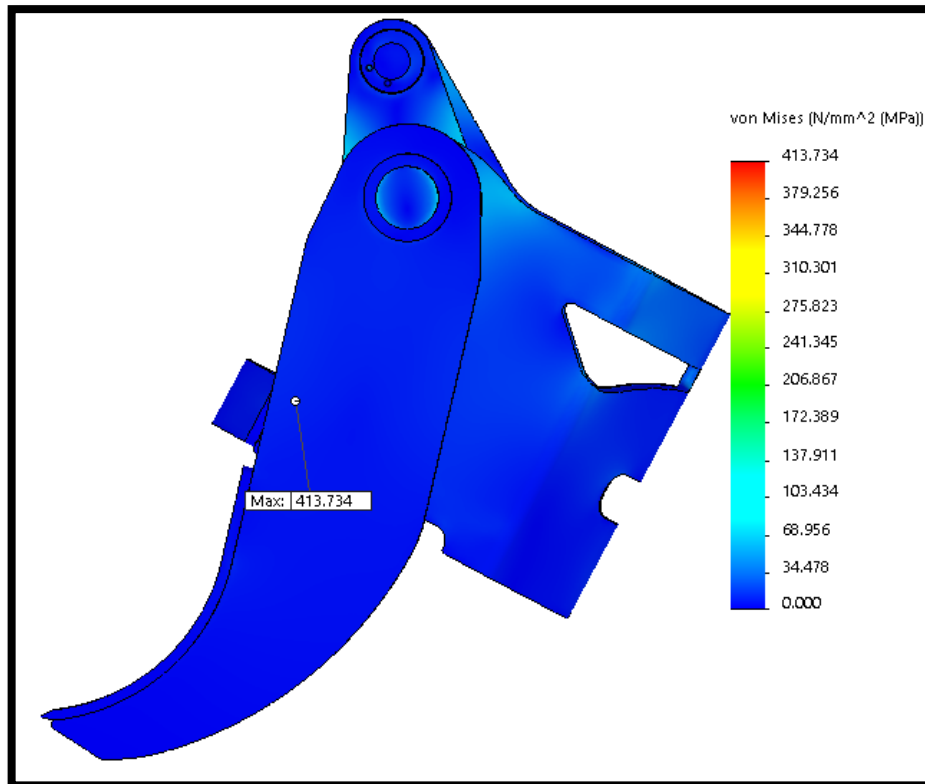


Figura 5.17. Distribuição global de tensões na configuração 3

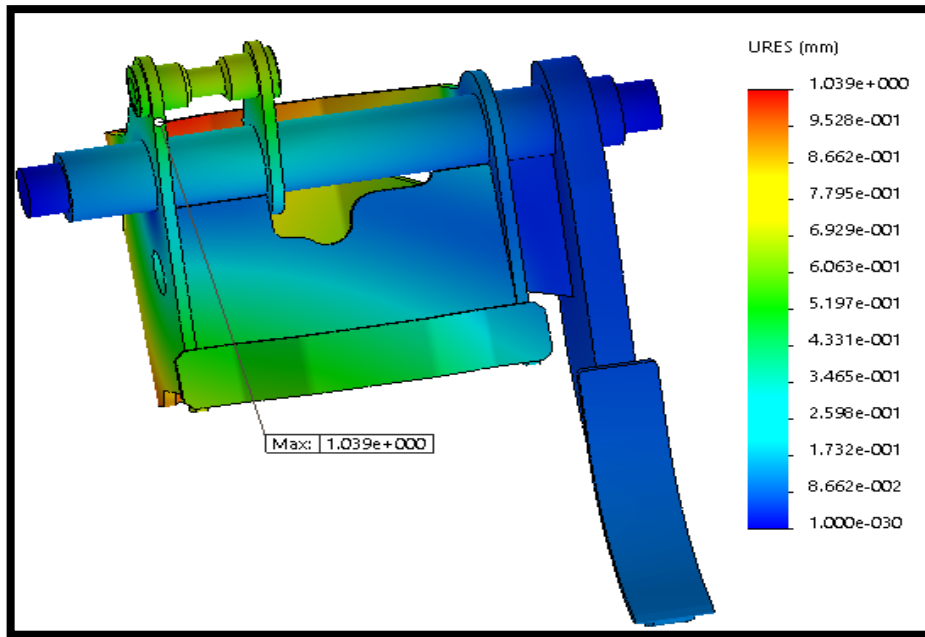


Figura 5.18. Distribuição dos deslocamentos equivalentes na configuração 3

5.5. Controlo de Malha

Após a análise da configuração mais desfavorável, que maiores tensões e deformações provoca no modelo, realizou-se o controlo de malha nos elementos que no modelo real apresentam fissuras e os quais se pretendem estudar. A malha nestas zonas refinou-se para um tamanho de elemento de 3 mm como se apresenta a figura 5.19.

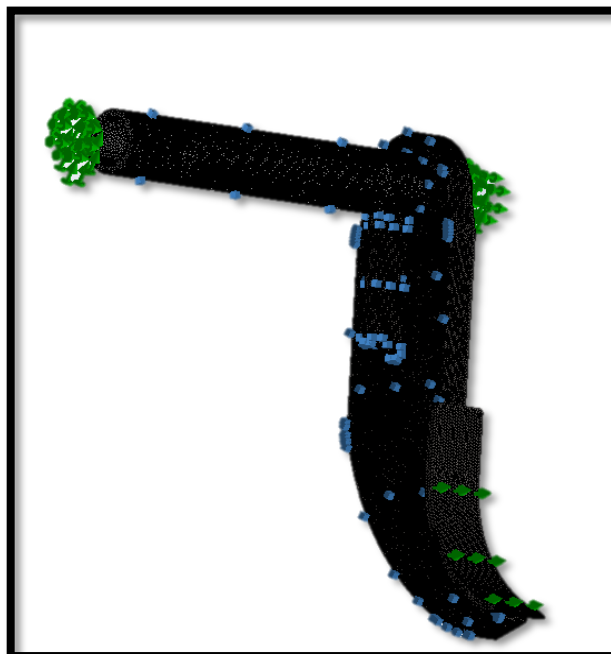


Figura 5.19. Controlo de malha

5.6. Apresentação de Resultados com Controlo de Malha

Após efetuar o controlo de malha nas zonas que se pretendem estudar em pormenor é possível verificar que a tensão global de von Mises aumentou significativamente em relação ao modelo de malha uniforme utilizada anteriormente. Contudo e como se apresenta na figura 5.20. e 5.21. é possível verificar a distribuição global das tensões de von Mises do modelo, assim como a distribuição de isovalores para tensões superiores a 120 MPa que é muito inferior à tensão de cedência dos materiais analisados.

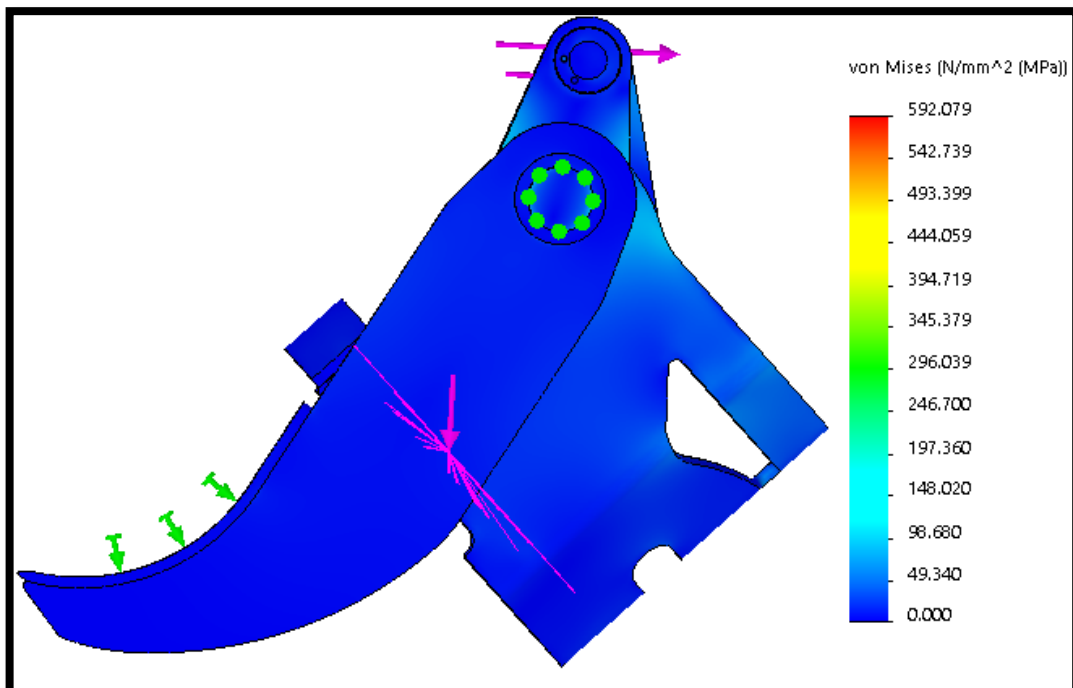


Figura 5.20. Distribuição global das tensões de von Mises c/ controlo de malha

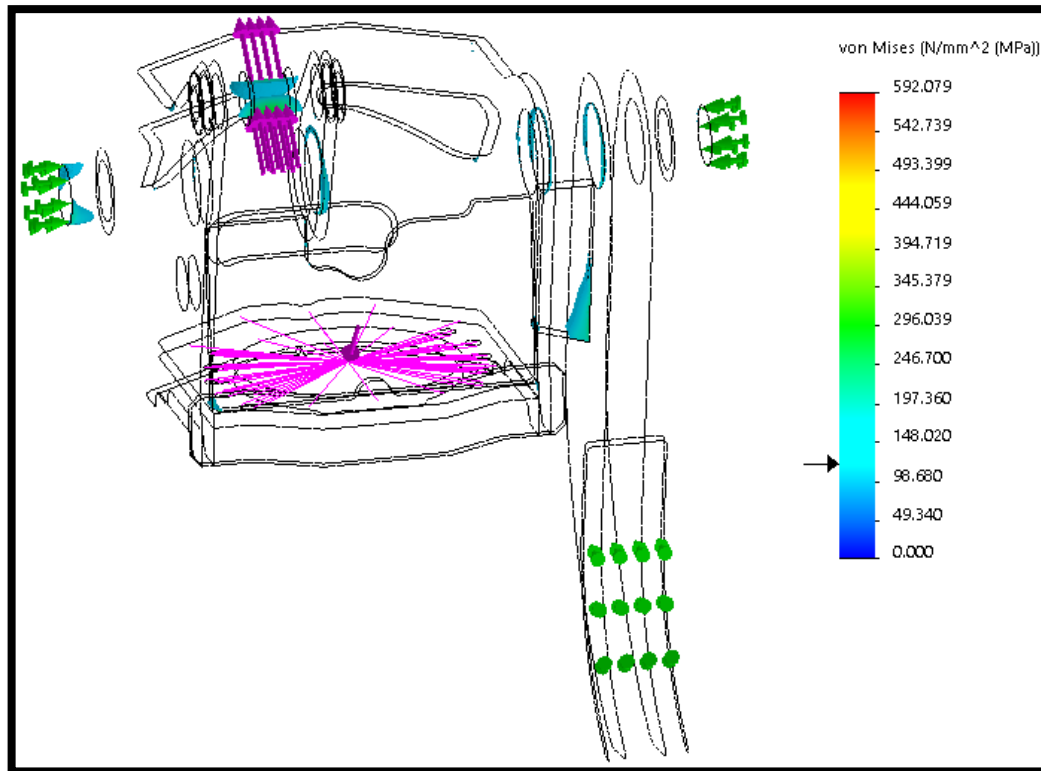


Figura 5.21. Isovalores da distribuição de tensões de von Mises – 120 MPa

Uma observação dos valores obtidos demonstra que a tensão máxima apresenta um valor de 592,1 MPa, que é inferior à tensão de cedência do material, tendo um coeficiente de segurança global de 1,1, que de acordo com [7] [17] é considerado razoável e aceitável para a aplicação em estudo.

A figura 5.22. permite visualizar a distribuição dos deslocamentos equivalentes, tendo o deslocamento equivalente máximo o valor de 1,584 mm, referindo-se este valor à aba do chassi, não dizendo respeito ao local em análise que apresenta uma distribuição de valores próximos de zero.

Na figura 5.23. apresenta-se a distribuição do coeficiente de segurança global e o valor de segurança para a zona onde se iniciam as fissuras no modelo original. Este valor de coeficiente de segurança, de cerca de 2,8 comprova que a fissuração do material no local indicado e posterior rotura não ocorre devido a um problema estrutural do modelo.

Estes dados evidenciam que a estrutura é suficientemente resistente para as condições de projeto, podendo afirmar-se que a mesma se encontra bem dimensionada estruturalmente.

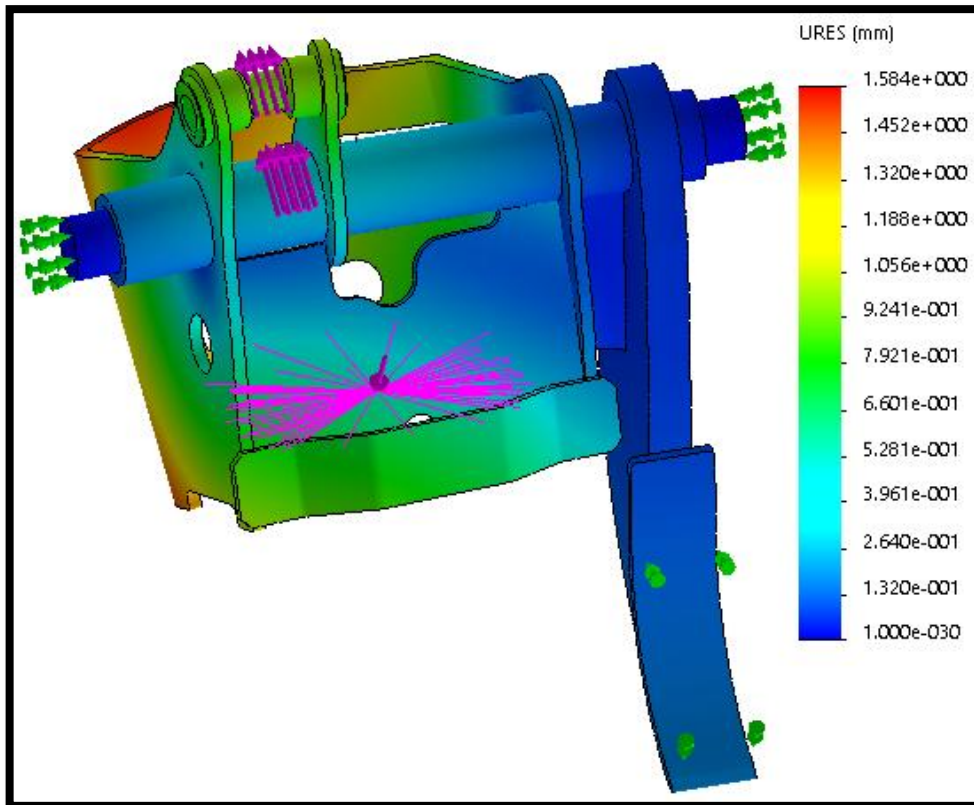


Figura 5.22. Distribuição dos deslocamentos equivalentes c/ controlo de malha

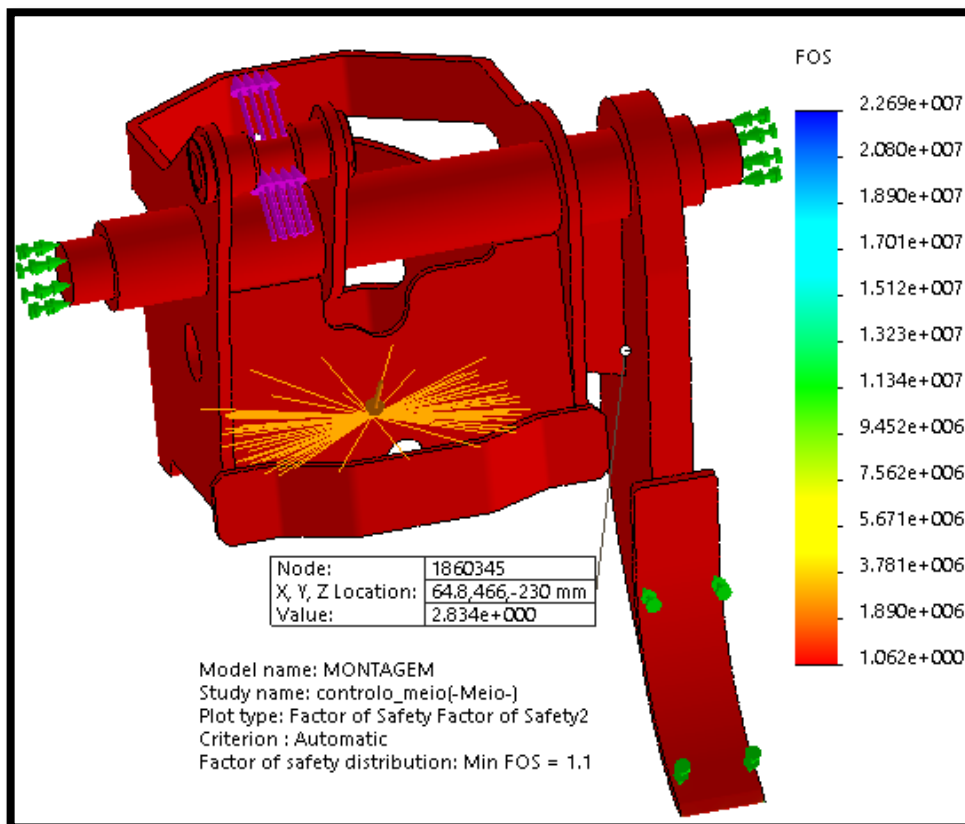


Figura 5.23. Coeficiente de segurança global e na zona de fissura

5.7. Estudo Numérico de Frequência e Modos de Vibração

Nos últimos 15 anos foi criada uma nova tecnologia de medição de vibração utilizando acelerómetros piezoelétricos, com a finalidade de converter o movimento vibratório em sinais elétricos. A função de resposta da frequência é uma medida fundamental que demonstra as características dinâmicas inerentes a uma estrutura mecânica. O amortecimento, e o modo de vibração são também obtidos a partir de um conjunto de medições. A função de resposta da frequência descreve a relação de entrada-saída entre dois pontos de uma estrutura, como uma função da frequência. A Figura 5.24 indica que a função de resposta da frequência é definida como a razão entre a Transformada Rápida de Fourier (FFT) de uma resposta de saída ($X(\omega)$) dividida pela transformada de Fourier da força de entrada ($F(\omega)$) que causou a saída. Os dados da aceleração inicial são definidos no domínio do tempo e convertidos para o domínio de frequência através da FFT de modo a que as frequências naturais e o amortecimento possam ser identificados [19].

Segundo Richardson [19] os modos de vibração são utilizados como um meio simples e eficiente de caracterizar a vibração ressonante, causada por uma interação entre as propriedades de inércia e a elasticidade dos materiais dentro de uma estrutura. A vibração de ressonância é frequentemente um fator que contribui para muitos dos problemas relacionados com vibrações que ocorrem em estruturas e máquinas. Para melhor compreender qualquer problema de vibração estrutural, as ressonâncias de uma estrutura têm de ser identificadas e quantificadas. Os modos de vibração são propriedades inerentes de uma estrutura, sendo os valores dos modos próprios de vibração determinados pelas propriedades do material (massa, rigidez e propriedades de amortecimento), e pelas condições de fronteira da estrutura.

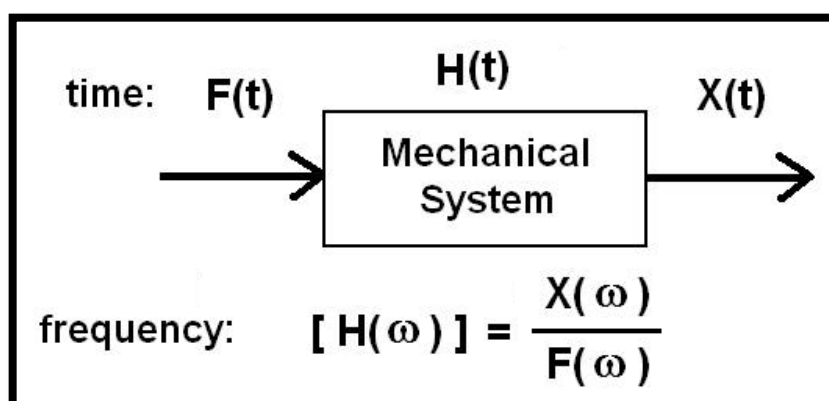


Figura 5.24. Diagrama de blocos de uma FFT

5.7.1. Modelo de Elementos Finitos

Com o estudo realizado no *SolidWorks Simulation* pretende-se obter as frequências próprias e os modos de vibração do chassi. O modelo considera a condição global de contacto do tipo “*Bonded*”, ou seja a montagem considerada como um corpo rígido. Nas condições de fronteira do modelo foram restringidos todos os graus de liberdade nas superfícies de ligação ao exterior, simulando o encastramento do chassi através dos seus apoios laterais, assim como o movimento na direção do plano frontal.

As estruturas reais possuem um número infinito de frequências e modos de vibração, contudo o modelo numérico está restringido a um número finito de graus de liberdade.

5.7.2. Tipologia de Malha

O tipo de malha utilizada para o estudo numérico de frequências e modos de vibração é igual ao que utilizou para o estudo estático, em que o modelo final obtido conduz a uma malha com 452940 elementos, com uma espessura média de 6,5 mm, cujas características da malha se descreveram anteriormente.

5.7.3. Modos e Frequências Próprias de Vibração

Neste trabalho apresentam-se as três primeiras frequências e modos de vibração do sistema, tendo a análise de vibrações do sistema sido efetuada para as diferentes configurações estudadas anteriormente neste capítulo. Contudo os modos de vibração e as frequências para as diferentes configurações revelaram-se iguais.

Com o estudo dos modos próprios e frequências de vibração do sistema, é possível verificar as “zonas de transição” do modelo. Após o cálculo dos três primeiros modos de vibração do sistema pode concluir-se que no primeiro, segundo e terceiro modo de vibração as “zonas de transição” condizem com as zonas de fissuração do modelo real.

O primeiro modo de vibração apenas apresenta um efeito de flexão do modelo no plano XY, como se pode observar na figura 5.25. O valor da primeira frequência própria de vibração é de 99,25 Hz, com um período de 0,010076 segundos. O segundo modo de vibração também apresenta um efeito de flexão desta vez no plano YZ como se pode observar na figura 5.26. O valor da segunda frequência de vibração própria é de 209,66 Hz, com um período de

0,0047696 segundos. A figura 5.27. permite visualizar o valor da terceira frequência de vibração própria que é de 377,6 Hz, com um período de 0,0026483 segundos, este modo de vibração apresenta um efeito de torção em torno do eixo Z.

A tabela 5.3. apresenta as frequências e modos próprios do sistema para a configuração 3.

Tabela 5.3. Frequências e modos próprios de vibração

Frequency Number	Rad/sec	Hertz	Seconds
1	623,61	99,25	0,010076
2	1317,3	209,66	0,0047696
3	2372,5	377,6	0,0026483

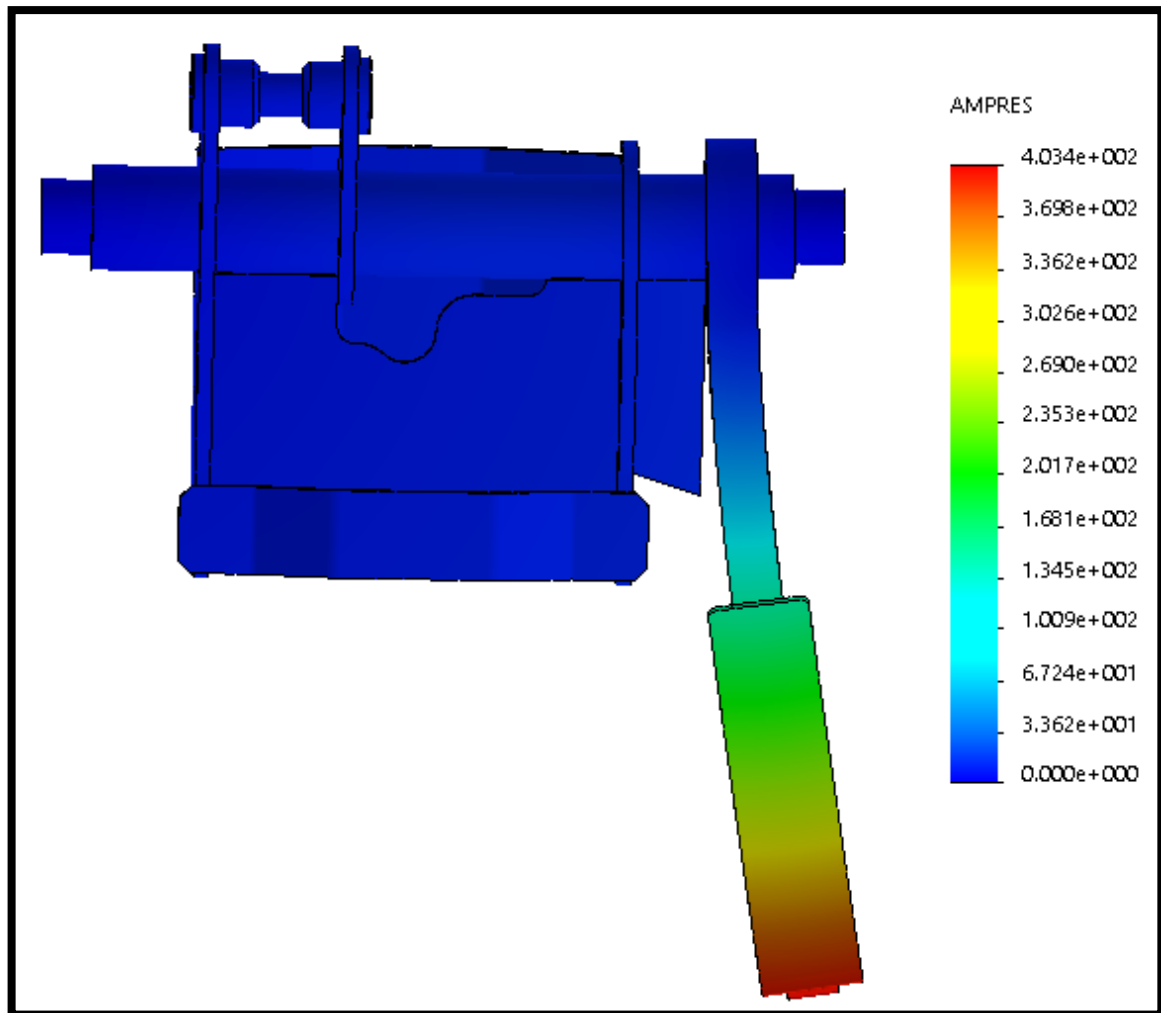


Figura 5.25. 1º modo de vibração da configuração 3

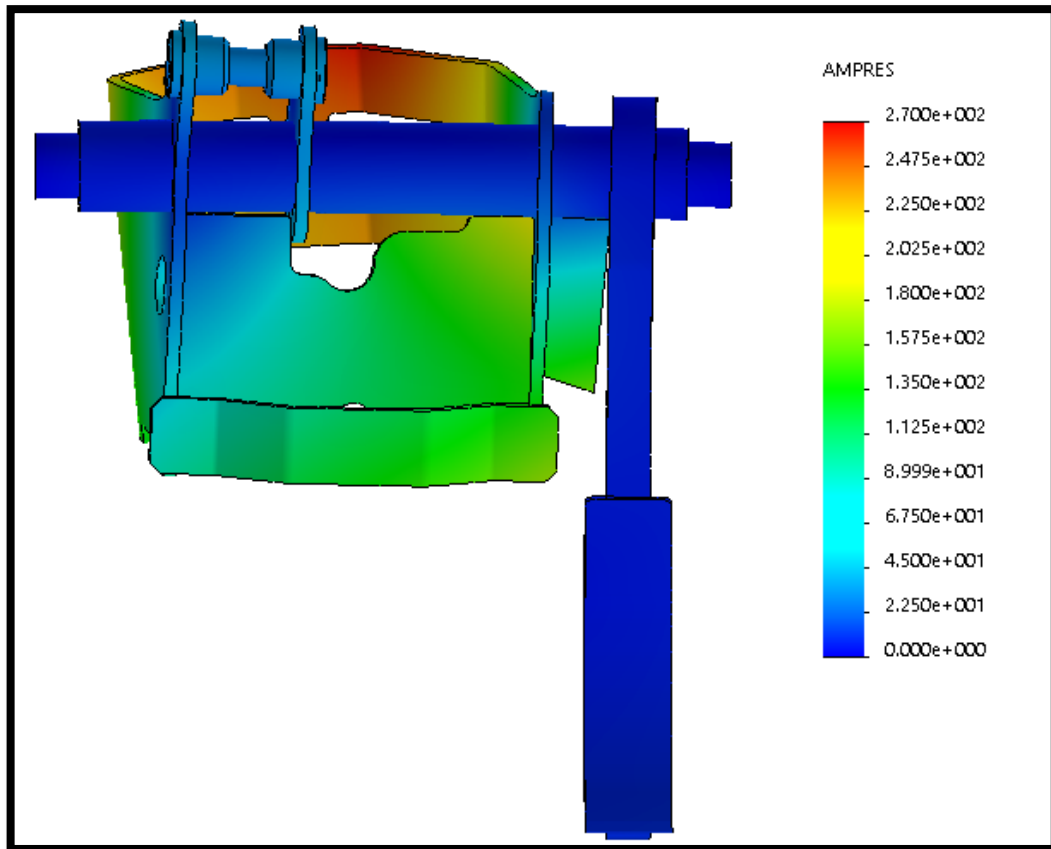


Figura 5.26. 2º modo de vibração da configuração 3

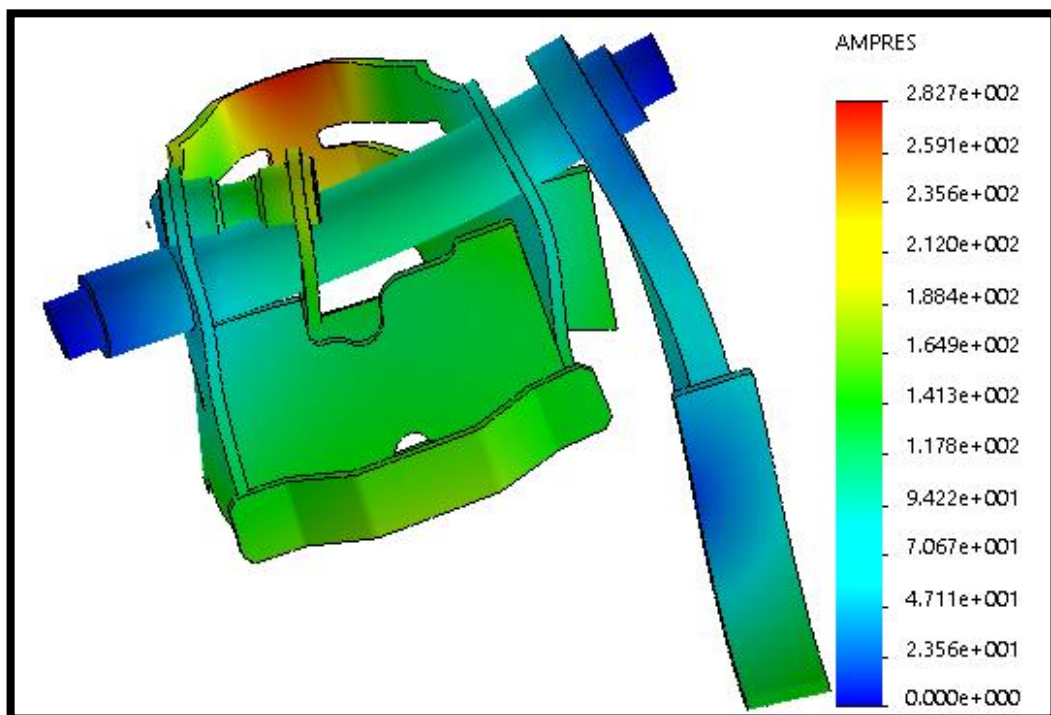


Figura 5.27. 3º modo de vibração da configuração 3

6. CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O estagiário desde o primeiro dia de trabalho, sentiu-se integrado numa equipa qualificada e sempre pronta para esclarecer dúvidas e responder a questões, o que em muito contribuiu para o sucesso deste estágio. Durante o período do mesmo, todos os dias surgia um desafio novo para ultrapassar, em que a palavra de ordem era resolver, o que contribuiu para uma forte aquisição de competências técnicas e práticas nesta área.

Tendo em conta todas as tarefas desenvolvidas e o estudo numérico realizado, pode afirmar-se que foram cumpridos os objetivos inicialmente propostos. A forte aquisição de competências nos domínios da óleo-hidráulica e do cálculo numérico, bem como na resolução de problemas mecânicos em oficina possibilitam ao estagiário afirmar com a certeza de ter escolhido corretamente a empresa acolhedora do seu estágio.

Foi ainda desenvolvida uma análise numérica ao chassi dos motores de pinça única, tendo sido possível verificar que a estrutura do modelo se encontra bem dimensionada para a carga estática aplicada. De acordo com os valores obtidos na análise de vibrações efetuada, tudo indicada que a fissuração e rotura do material, na união soldada do reforço da pinça única com o chassi dos motores, ocorrem por uma solicitação dinâmica no modelo.

O estudo numérico das frequências naturais do sistema e dos modos próprios de vibração mostra que a zona de fratura em análise coincide com as chamadas zonas de transição do modelo numérico. Como todas as estruturas têm a tendência a vibrar em determinadas frequências, chamadas de frequências naturais, cada uma das frequências naturais está associada a uma determinada forma, chamada de forma modal, que o modelo tende a assumir quando vibra nessa frequência. Quando uma estrutura vibra por uma carga dinâmica com uma determinada frequência, se esta coincide ou se aproxima bastante das suas frequências naturais, a estrutura está sujeita ao fenómeno de ressonância enfrentando grandes deslocamentos e tensões.

Como sugestão de trabalhos futuros neste âmbito e de forma a validar o estudo numérico recomenda-se (sugere-se) uma análise experimental do equipamento, possibilitando a validação dos resultados obtidos numericamente. Ainda no domínio da análise numérica, seria bastante interessante efetuar uma análise de fadiga para a solicitação mais desfavorável do modelo.

A análise dos tipos de soldadura utilizados através de testes de resistência mecânica e das propriedades da soldadura, bem como o estudo de novos métodos de soldadura para a construção do modelo são alguns dos trabalhos de interesse futuro para o mesmo.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] ICNF, 2013. IFN6 – Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Lisboa.
- [2] (ICNF,2013b in Estudo Prospectivo).
- [3] ICNF, 2013. Observatório das fileiras florestais. Divisão de Apoio à Produção Florestal e Valorização de Recursos Silvestres (DAPFVRS)
- [4] Diretiva Máquinas (2006/42/CE).
- [5] Mig/Mag Welding, Svetsaren, vol.58, nº2, 2003
- [6] <http://www.ramada.pt/index.php?cat=45&eb=13>
- [7] <http://www.ssab.com/pt-BR/Produtos--Servico/Products--Solutions/Produtos/>
- [8] s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/C780784
- [9] <http://www.movicontrol.pt/pt/content/5-produtos/30-oleohidraulica/168/168/?p=168>
- [10] *Association Française de Normalisation* Norma AFNOR X60-010-1994
- [11] Norma EN 13306:2001 – versão portuguesa
- [12] Tavares, L. A.(1998). *Administração Moderna de Manutenção*. New York: Novo Pólo.
- [13] Ferreira, L. A. (1998). *Uma Introdução à Manutenção*. Porto: Publindústria
- [14] Monchy, F. (1989). *A Função Manutenção - Formação para a Gestão da Manutenção Industrial*. São Paulo: Durban Ltda
- [15] Pinto, C. V. (2002). *Organização e Gestão da Manutenção*. Lisboa: Monitor
- [16] http://www.solidworks.com/sw/support/808_ENU_HTML.htm
- [17] Unidade curricular de Cálculo Automático de Sistemas Mecânicos MESM, ISEC
- [18] http://www.solidworks.com/sw/docs/simulation_student_wb_2011_eng.pdf
- [19] Richardson, B. J. (1999). *Experimental Modal Analysis*. Proceedings of CSI Reliability Week.
- [20] www.vicort.com

ANEXOS



FICHA TÉCNICA DO AÇO

Marca: C4

Cor: Branco

Designação: Aço ao Carbono de Construção

Cópia Não Controlada

1 ⇒ QUALIDADE E NORMAS EQUIVALENTES

Num. Do Material	EURONORM	DIN
1.1191	C45E	CK45 k

2 ⇒ ESTADO DE FORNECIMENTO:

Estirado
 Redondo – ISO h11
 Rectangular – DIN 174
 Quadrado – DIN 178
 Sextavado – ISO h11; DIN 176
 Propriedades mecânicas: DIN 1654 - 4

3 ⇒ COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Elemento Químico (%)	C	Si	Mn	P	S
Máximo	0,50	0,40	0,80	0,035	0,035
Mínimo	0,42	-	0,50	-	-

4 ⇒ CERTIFICADOS AÇOS (segundo a norma EN 10204:2004)

2.1- Certificado de conformidade	⊙
2.2- Relatório de ensaio	⊙
3.1- Certificado de inspeção (+)	⊙

(+) Em casos especiais quando previamente acordado



DATASHEET: 11-02-24 GB8403 DOMEX

Domex 700 W

The weather resistant extra high strength steel

Page 1/2

PRODUCT

A newly developed weather resistant steel in the Domex range characterized by:

- Corrosion resistance
- Extra high strength
- Good formability
- Good impact toughness
- Good weldability

Domex cold forming steels are thermo-mechanically rolled in modern plants where the heating, rolling and cooling processes are carefully controlled.

The chemical analysis, consisting of low levels of carbon and manganese has precise addition of grain refiners such as niobium, titanium or vanadium.

Moreover, this steel is weather resistant, i.e. during outdoor usage within a couple of years, a smooth compact oxide layer is formed that inhibits further corrosion.

Corrosion resistance index according to ASTM G101-04 (2010).

APPLICATIONS

Typical applications are vehicle chassies, container frame structures, steel bridges and building constructions, chimney cases, rail wagons, snow sheds, different kinds of masts i.e. applications where a corrosion resistant steel is needed together with high strength.

MECHANICAL PROPERTIES

Yield Strength $R_{p0.2}$ N/mm ² min	Tensile strength R_m N/mm ² min	Elongation A_5 % min
700	750	12

DIMENSION RANGE

Domex 700 W can be delivered in dimensions according to table below.

Thickness (mm)	Width (mill edge) (mm)	Length (mm)
3 - (3.50)	750 - 1340	1500 - 13000
3.50 - (4.00)	750 - 1390	1500 - 13000
4.00 - (4.50)	750 - 1530	1500 - 13000
4.50 - 6.10	750 - 1600	1500 - 13000

Dimensions down to 2.50 mm and up to 7.00 mm thickness are under development

IMPACT TOUGHNESS

Charpy-V test is carried out with longitudinal test specimens. Domex 700 W can be delivered with impact toughness guarantee at -20°C and 40J. The test is carried out in accordance with EN 10045-1, for thicknesses from 6 mm and upward.

TOLERANCES

The tolerances conform to EN 10051. More narrow tolerances are available on request.

SURFACE CONDITION

Domex 700 W is supplied in as rolled black/pickled condition.

BENDING

Min. recommended material bending radius	Sheet thickness 3 - 6 mm
	2,0 xt

Weldox 700

General Product Description

Weldox 700 is a general structural steel with a minimum yield strength of 650 - 700 MPa depending on thickness. Weldox 700 meets the requirements of EN 10025 for the corresponding grades. Typical applications are demanding loadbearing structures.

Available dimensions

Weldox 700 E is available in plate thicknesses of 4 – 160 mm and Weldox 700 F is available in plate thicknesses of 4 - 130 mm. Both grades are available in widths up to 3350 mm and lengths up to 14630 mm. For thicknesses over 100 mm preferred width is 1650 mm with untrimmed edge.

More detailed information on dimensions is provided in the dimension program at www.ssab.com.

Mechanical Properties

Thickness mm	Yield strength ¹⁾ R _{eH} min MPa	Tensile strength ¹⁾ R _m MPa	Elongation A ₅ min %	Typical hardness HBW
4 - 53	700	780 - 930	14	260 - 310
(53) - 100	650	780 - 930	14	260 - 310
(100) - 160	650	710 - 900	14	240 - 290

¹⁾ For transverse test pieces according to EN 10025.

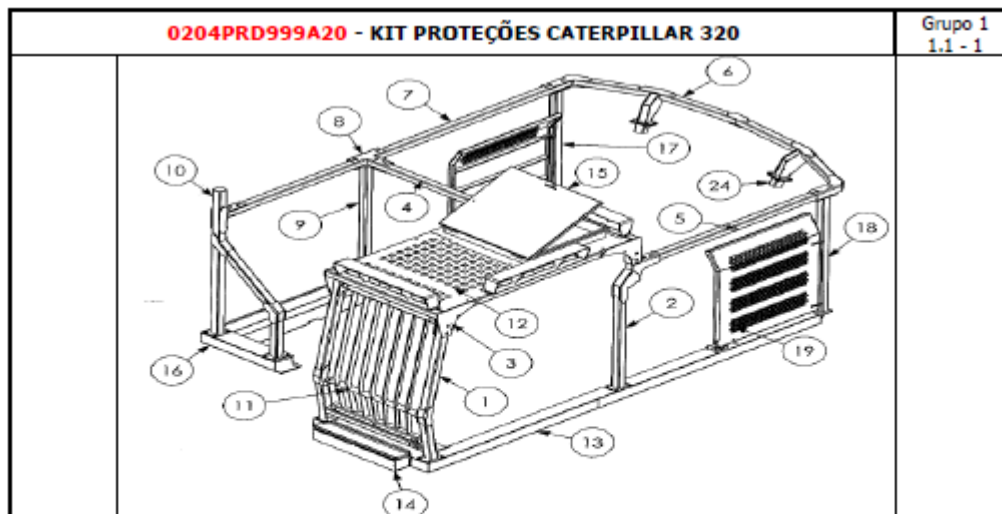
Impact properties	E - 40°C	F - 60°C
Min. impact energy (J) for transverse tests Charpy V 10x10 mm test specimens ²⁾	69 J	27 J
Meet the requirements for	S 690 QL	S 690 QL1

²⁾ Unless otherwise agreed, transverse impact testing according to EN 10025- 6 option 3D will apply. For thicknesses between 6 - 11,9 mm, subsize Charpy V- specimens are used. The specified minimum value is then proportional to the cross-sectional area of the specimen compare to a fullsize specimen (10x 10 mm).

Chemical Composition (heat analysis)

C ^{*)} Max %	Si ^{*)} Max %	Mn ^{*)} Max %	P Max %	S Max %	Cr ^{*)} Max %	Cu ^{*)} Max %	Ni ^{*)} Max %	Mo ^{*)} Max %	B ^{*)} Max %
0.20	0.60	1.60	0.020	0.010	0.70	0.30	2.0	0.70	0.005

The steel is grain refined. *)Intentional alloying elements.



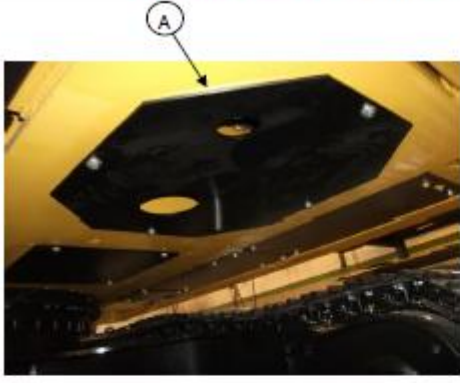

Grupo 1
1.1 - 1

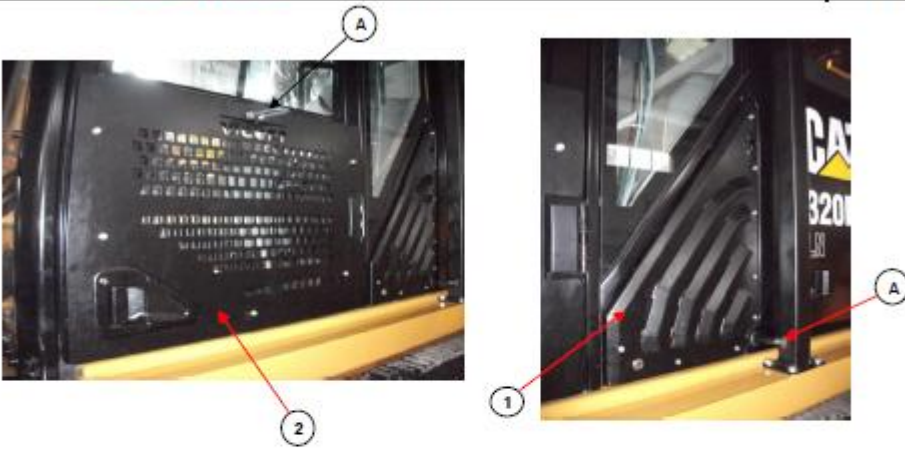
0204KIT016Z10 - KIT PROTEÇÕES SUPERIORES

Peca	Qt.	Codigo	Descricao	Obs.
PROTECOES MAQUINA				
1	1	PRH150A35	Grade Cabine Frontal (sid)	
2	1	PRC300C15	Grade Traseira a Cabine	
3	1	PRC250A15	Grade Cabine Cimo (sid)	
4	1	PRC017C13	Tubo 70x70 Meio Máquina (Larga)	
5	1	PRC080C13	Tubo 70x70 Traseira Ext Esq (Máquina Larga)	
6	1	PRC400C15	Grade Traseira (sid)	
7	1	PRC050C13	Tubo 70x70 Traseira Ext Drt (Máquina Larga)	
8	1	PRH103A32	Topo Junção Tubo Grade Lateral Meio Drt	
9	1	PRC100C15	Tubo Lateral Meio Drt (sid)	
10	1	PRC090C15	Tubo Lateral Drt (sid)	
11	1	PRH200A25	Grade Amovível Cabine Frontal (sid)	
12	1	PRC264A10	Proteção Grade Cimo Frente	
13	1	PRC029C25	Base Lateral Esq (sid na mont)	
14	1	PRD767Z39	Calxa Laminas MNT	
15	1	PRC267C19	Calxa Ferramenta MNT	
16	1	PRC060C25	Base Lateral Drt (sid na mont)	
17	1	PRC107C15	Prumo Traseiro Máquina DRT SLD	
18	1	PRC106C15	Prumo Traseiro Máquina ESQ SLD	
18		020302.16007	Anilha Chapa - 12mm Zinc	
40		020302.16006	Anilha Chapa - 14mm Zinc	
20		020307.D2105	Paraf. SE M14X110 Zinc	
8		020307.D2007	Paraf. SE M12X35 Zinc	
18		020310.11005	Porca Freada M14	
8		020310.11006	Porca Freada M12	
10		020307.D2100	Paraf. Anilha Falsa - M8X16	
40		020302.33004	Anilha Mola - 14mm	
32		020307.D1057	Parafuso SE M14X40 8.8 Zinc	
24		PRD764A10	Anilhas Aperto Tubos Grades	
1		PRD765A10	Anilhas Aperto Tubos Grades Grandes	
2		PRD766A10	Anilhas Aperto Tubos Grades Pequena	
8		020307.D3001	Parafuso SE M14X30 8.8	
2		020307.D3017	Parafuso SE M12x80 8.8	

0204PRD999A20 - KIT PROTEÇÕES CATERPILLAR 320				Grupo 1 1.1 - 2
0204KIT016Z10 - KIT PROTEÇÕES SUPERIORES				
Peca	Qt.	Código	Descrição	Obs.
CHAPA ANTI DERRAPANTE				
(24)	2	0204PRC450C15	Base Aberto Traseira (sid)	
	1	0204PRH515A10	Chapa Identificação Grades Quad.	
(A)	1	PRD100A20	Chapa anti derrapante Drt. (A)	
	1	PRD101A10	Chapa anti derrapante Drt. (B)	
	1	PRD102A10	Chapa anti derrapante Drt. (C)	
	1	PRD103A10	Chapa anti derrapante Drt. (D)	
	1	PRD104A10	Chapa anti derrapante Esq. (E)	
	1	PRD105A10	Chapa anti derrapante Esq. (F)	
	1	PRD106A10	Chapa anti derrapante Esq. (G)	
	1	PRD107A20	Chapa anti derrapante Esq. (H)	
	1	020213.80004	Cota Veda Preta	
(B)	1	0204PRC280C15	Porta proteção lateral Esq sid	
(C)	1	0204PRC282C15	Porta proteção lateral Drt sid	
(D)	2	0204PRC285C10	Fecho Porta	
(E)	2	0204PRC288C15	Batente fecho porta	
	4	PRC328C13	Pinos fixação portas	
	2	020307.D2083	PARAF M10X30 c/ anilha Falsa	
	2	020310.11007	Porca Freada M10	
	2	020302.16008	Anilha plana 10 mm	
	4	020307.D2083	PARAF M8X25 c/ anilha Falsa	

0204PRD999A20 - KIT PROTEÇÕES CATERPILLAR 320		Grupo 1 1.2 - 2		
0204KIT007Z10 - KIT PROTEÇÕES INFERIORES E LANÇA				
Peca	Qt.	Código	Descrição	Obs.
PROTECCAO DOS CH DA LANÇA				
(1)	1	PRD647A25	CHAPA PROTECCAO HID SLD	
(2)	1	PRD646A25	BARRA APERTO CHAPA PROTECCAO CIMO SLD	
(3)	2	PRD641Z10	VAROES ROSCADOS M12	
(4)	2	020310.21005	PORCA M12 (SLD)	
	2	020310.11006	PORCA M12 FREADA	
	2	020302.16007	ANILHA PLANA M12	
(5)	2	020307.D3002	PARAFUSO SE M12x40 8.8	
	2	020302.16007	ANILHA PLANA M12	
	2	020310.11006	Porca M12 Freada	
	1	020215.12002	Borracha Junta Porta Proteção Extintores	

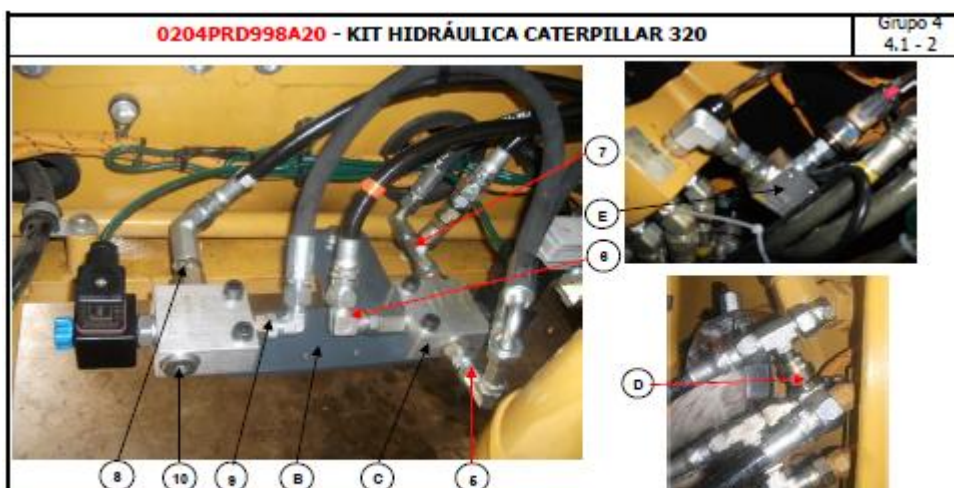
0204PRD999A20 - KIT PROTEÇÕES CATERPILLAR 320				Grupo 1 1.2 - 3
				
0204KIT007Z10 - KIT PROTEÇÕES INFERIORES E LANÇA				
Peca	Qt.	Código	Descrição	Obs.
PROTEÇÕES INFERIORES				
(A)	1	PRC200B10	PROTEÇÃO FUNDO GIRATÓRIA (A)	
	1	PRC201B10	PROTEÇÃO FUNDO GIRATÓRIA (B)	
	1	PRC202B10	PROTEÇÃO FUNDO GIRATÓRIA (C)	
	1	PRC203B10	PROTEÇÃO FUNDO GIRATÓRIA (D)	
	1	PRC204B10	PROTEÇÃO FUNDO GIRATÓRIA (E)	
	1	PRC205B10	PROTEÇÃO FUNDO GIRATÓRIA (F)	
	1	PRC206B10	PROTEÇÃO FUNDO GIRATÓRIA (G)	
	1	PRC207B10	PROTEÇÃO FUNDO GIRATÓRIA (H)	
			PARAFUSOS	Origem
	1	PRC615A15	PROTEÇÃO DO FUNDO SLD (GIRO)	
	1	020307.D1106	Paraf. M36x70 8.8	
	1	020310.11020	Porca M36x3	
	1	020302.16001	Anilha Plana 36mm	
PROTEÇÕES RASTOS				
(B)	4	0204PRC291C25	Gula Lagartas	
	16	020307.D1145	Paraf. SE M20x40 10.9	
	16	020302.33001	Anilha mola 20 mm	

0204PRD999A20 - KIT PROTEÇÕES CATERPILLAR 320		Grupo 1 1.3 - 1		
				
0204KIT009Z10 - KIT PROTEÇÃO PORTA				
Peca	Qt.	Codigo	Descrição	Obs.
PROTEÇÃO VIDRO PORTA				
(A)	1	BTT010A23	ACRESCENTO BATENTE PORTA	
	1	GER058Z23	FIXAÇÃO PORTA GIRATORIAS	
	4	020310.21006	PORCA M10	
	2	020302.16008	ANILHA PLANA 10mm	
(1)	1	0204PRC122C15	Porta Lateral completa SLD	
(2)	1	0204PRC689A20	Proteção Vidro Porta	
	5	020307.D2080	Parafusos M8x25 c/ anilha falsa 8.8	
	5	MAQUINADO	Casquilhos 26x9x10	
	2	MAQUINADO	Casquilhos 22x10x16 (batente)	



0204KIT001Z10 - KIT VÁLVULA PROPORCIONAL DE PILOTAGEM (VPPA)

Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
VÁLVULA PROPORCIONAL PILOTAGEM AUXILIAR (VPPA)				
Montagem com Blocos de Compra				
Montagem da Base:				
(A)	1	0204PRD662A13	Base Fixação Válvula ON/OFF (KIT MARTELO)	
(B)	1	0204PRD662A23	Base Fixação Válvula ON/OFF	Chapa em L
	2	CLT824Z13	Suporte Bases Fixação Válvulas SLD (soldar a 340mm e 40mm)	
	4	020307.D2006	Parafuso M12X30	
	4	020302.16007	Anilha Plana M12	
Válvula Redutora Pressão (Proporcional)				
(1)	1	020212.12066	VALVULA REDUTORA PRESSAO PDR10P-01-C-N-87-24PG-8.8	
	1	020212.1D006	LIGADOR PROPORCIONAL EPCH02.10 30V CC	
	3	020147.12004	PONT SIMPLES 1 MM	
	1	020147.13001	PONT DUPLA CINZA	
	1	020212.12064	BLOCO ACO FH103-8B4	
	2	020307.21066	PARAFUSO S.I. M6x45	
	2	020302.16010	ANILHA PLANA 6 MM	
	2	020302.33008	ANILHA MOLA 6 MM	
(2)	Saída 1 (Pressão Regulada)			
	1	020211.11114	ADAPTADOR MACHO-FEMEA BSP - 1/2"x3/8"	
	1	020213.4G008	ANILHA USIT S998-21 - 1/2"	
	1	020211.31001	JOELHO 90 ORIENTAVEL MACHO-MACHO - 3/8" BSP	
	1	020211.11064	Redução MixF 3/8"x1/4" RI - Alterada para 3/16"	
	1	MÁQUINA	JOELHO 90 ORIENTAVEL MACHO-MACHO - 11/16"-9/16" ORFS	
	2	020213.4G008	ANILHA USIT S998-17 - 3/8"	
	1	020211.81003	JUNCAO DE MEDICAO ROSCADA EMA 3/R BSP - 3/8" OR	
	1	020211.41017	TE F-F-F FIXO 3/8" BSP	
(3)	Saída 2 (Pressão Alimentação)			
	1	020211.11022	CASQUILHO DUPLO MACHO-MACHO BSP - 1/2"x1/4"	
	1	020213.4G008	ANILHA USIT S998-21 - 1/2"	
(4)	Saída 3 (Retorno/ Dreno)			
	1	020211.11022	CASQUILHO DUPLO MACHO-MACHO BSP - 1/2"x1/4"	
	1	020213.4G008	ANILHA USIT S998-21 - 1/2"	



Grupo 4
4.1 - 2

0204KIT001Z10 - KIT VÁLVULAS CORTE - ON-OFF e 'OU'

Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
VÁLVULA CORTE - ON-OFF - 'OU'				
Válvula da 2ª bomba (ON/OFF)				
(C)	2	020212.12128	VALVULA KIT MARTELO	
	2	CLT860Z13	COLETOR KIT MARTELO (na ausencia de bloco para a válvula .12128)	
	2	020212.18041	SOLENOIDE 24V RAC	
	4	020307.21068	PARAF SI - M8x40mm - 12.9	
	4	020302.18008	ANILHA CHAPA - 8mm	
(E)	Entrada de Pressão (P)			
	1	020211.11084	Redução MxF - 3/8"x1/4" BSP	
	1	020211.11020	Casquilho MxM 1/4"x1/4" BSP	
	1	020213.4G008	USIT 3/8"	
	1	020213.4G016	USIT 1/4"	
	1	020211.31008	Joelho Orientável M-F 1/4" BSP	
	1	020211.41007	Tê M-M-F 1/4" BSP	
(F)	Saída de Carga (C)			
	1	020211.11130	Redução longa MxF - 3/8"x1/4" BSP (Alterada Rosca Interior para 9/16")	
	1	MÁQUINA	Joelho Orientável M-M 9/16" - 11/16" ORFS (Ligação Tubo da máq)	
(G)	Saída de Tanque (T)			
	1	020211.11084	Redução MxF - 3/8"x1/4" BSP	
	1	020211.11020	Casquilho MxM 1/4"x1/4" BSP	
	1	020213.4G008	USIT 3/8"	
	1	020213.4G016	USIT 1/4"	
	1	020211.41007	Tê M-M-F 1/4" BSP	
	1	020211.31008	Joelho Orientável M-F 1/4" BSP	
	1	020211.11014	Redução F-F 1/4" BSP	
	1	020211.12037	União Tubo Rosca 1/4" x 11/16" (maquinado)	

Válvula de Corte				
(B)	Entrada de Pressão (P)			
	1	020211.11130	Redução longa MxF - 3/8"x1/4" BSP (Alterada Rosca Interior para 9/16")	
	1	MÁQUINA	Joelho Orientável Longo M-M 9/16" - 11/16" ORFS (Ligação Tubo da máq)	
	1	020213.4G008	USIT 3/8"	
(C)	Saída de Carga (C)			
	1	020211.11084	Redução MxF - 3/8"x1/4" BSP	
	1	020211.31018	Joelho Orientável M-M 1/4" BSP	
	1	020213.4G008	USIT 3/8"	
(D)	Saída de Tanque (T)			
	1	020211.11073	Tampão 3/8"	
Ligação Tubos de dreno da máquina ao Tanque				
(E)	1	020211.42007	Tê MxFxM 11/16" ORFS (Ligação dreno ao tanque)	
	2	020211.32013	Joelhos M-F 11/16" ORFS	
Válvula "OU" (ligação ao switch de baixo da cabine)				
(F)	1	020212.12008	VALVULA "OU-OU" VFC-NC-14-A - 0599050009	
	1	020211.12037	União Tubo Rosca 11/16" ORFS x 1/4" BSP	
	2	020213.4G016	ANILHA USIT 8998-13 - 1/4"	
	1	020211.13022	União Tubo Rosca 9/16" x 9/16" JIC	
	1	020211.32013	Joelho M-F 11-16" ORFS	
	2	020211.13103	Casq. MxF 9/16" x 1/4" JIC	
	10	020301.62001	Braçadeiras de Plástico 450mm	

0204PRD998A20 - KIT HIDRÁULICA CATERPILLAR 320				Grupo 4 4,1 - 3
0204KIT001Z10 - KIT VÁLVULA PROPORCIONAL DE PILOTAGEM (VPPA)				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
VÁLVULA PROPORCIONAL PILOTAGEM AUXILIAR (VPPA)				
(T1)	1		Tubo de Pressão de Pilotagem a Válvula de Corte de Pilotagem (2T 1/4, Curva 90 1/4 BSP, Fêmea 1/4 BSP)	N LEVA
(T2)	1		Tubo de Pressão liga do Tê da ON-OFF a VPPA (2T 1/4, Curva 90 1/4" BSP, Fêmea 1/4 BSP) + Tê F-M-M Orientável 1/4 BSP (020211.41007)	500 MM
(T3)	1		Tubo de Dreno da VPPA ao T da válvula ON-OFF (2T 1/4, Curva 45 1/4 BSP, Fêmea 1/4 BSP) + Tê M-M-M Orientável 1/4 BSP (020211.41018)	450 MM
(T4)	1		Tubo que liga da Válvula ON-OFF ao Distribuidor (2T 1/4, Fêmea 1/4 BSP, Curva 45º 1/4" BSP)	N LEVA
(T5)	1		Tubo de Dreno VPPA e ON-OFF ao dreno (2T 1/4, Fêmea 1/4 BSP, Curva 90º 1/4" BSP)	N LEVA
(T6)	1		Tubo ligação Válvula ON-OFF à Válvula de Corte (2T 1/4", Curva 90º BSP 1/4", Fêmea BSP 1/4")	450 MM
(T7)	1		Tubo liga da VPPA ao Distribuidor (2T 1/4", Fêmea BSP 1/4", Fêmea BSP 1/4")	N LEVA
	1		Tubo liga do T do Distribuidor ao micro-sulfoh (2T 1/4", Curva 45º ORFS 11/16-1/4", Fêmea ORFS 11/16" x BSP 1/4")	3800 MM



0204PRD998A20 - KIT HIDRÁULICA CATERPILLAR 320				Grupo 4 4.2 - 1
0204KIT002Z10 -KIT PRESSÃO / RETORNO / DRENO / CABO				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
CABO ELÉTRICO				
(G7)	1		Tubo G7 - Tubo do Cabo (Liga do Tubo Metálico para baixo da cabine)	2600 mm
			(R2T 1", Macho G25, Núcleo alterado)	
Ligação de Drenos				
(G8)	1		Tubo G8 - Dreno (Liga tubo metálico ao tubo da máquina)	3000 mm
			(R2T 3/4", Macho G25- 3/4", Curva 90 1.7/16-1/2"x3/4" ORFS)	
(1)	1	MAQUINA	Tê MxMxM 1.7/16" c/porca (rosca alterada para 1.6/16")	
	1	020211.12048	Tampão 1.7/16" (Maquinado para aplicar ocaquilha 3/8")	
	1	020211.11023	Casquilho M-M 3/8" BSP	
	1	020213.4G008	USIT 3/8"	
	1	020211.12041	Tampão 11/16" ORFS (Tubo pressão pilotagem, do bloco baixo cabine)	
Ligação Drenos da válvula 8 vias e motor do Radiador				
	2	020211.42001	Tê M-M-F 11/16" ORFS	
Bloco de Retorno				
(A)	1	0204GER068Z10	Tampão SAE 3000 x 1"	
	2	020211.12040	Tampão Fêmea 11/16" ORFS	
(2)	1	0204GER077Z10	Tampão SAE 3000 x 1.1/4"	
(B)	2	MAQUINADO	Tampão M42 x 1.5	
Distribuidor				
	1	MAQUINADO	Tampão SUPERCAT 1"	
	1	020213.4P002	Anilha de Vedação 1"	

0204PRD998A20 - KIT HIDRÁULICA CATERPILLAR 320				Grupo 4 4.3 - 1
				
0204KIT020Z10 - KIT TUBAGENS METÁLICAS				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
TUBAGENS METÁLICAS (PRESSÃO, RETORNO, DRENO, CABO)				
(A)	2	010801.11064	Tubo Red Apo - 25x19mm - 6000 mm	
	4	020208.14008	Anel Cortante DP -250	
	4	020208.14008	Porca M250-M36x2	
(1)	4	020301.24001	Par Maxilas Duplas - 25mm	
	4	020310.11008	Porca Hex Freada 8 mm	
	4	020302.18008	Anilha chapa 8 mm	
	4	020307.D2013	Paraf. SE 8,8 M8x60 mm	
	4	020301.26001	TAMPA GRE	
	2	0204PRC208B12	Abraçadeira cabo e dreno B	
	1	0204PRC208B12	Abraçadeira cabo e dreno A	
	1	0204PRC212B16	Abraçadeira cabo e dreno C	

0204PRD998A20 - KIT HIDRÁULICA CATERPILLAR 320		Grupo 4 4,4 - 1		
0204KIT004Z10 - KIT COLETOR DA LANÇA				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
COLETOR DA LANÇA				
(1)	1	0204CLT818Z38	Coletor Lança SLD	
	1	0204CLT826Z23	Chapa Fixação Coletor Lança SLD	
(2)	2	0204TMP804Z20	Barra caixa de fichas lança	
(3)	1	0204TMP801Z32	Tampa caixa de fichas	
(4)	8	020302.18008	ANILHA CHAPA 8mm	
(5)	9	020302.33007	ANILHA MOLLA 8mm	
(6)	1	020302.16006	ANILHA DE CHAPA L 8mm	
(7)	6	020307.D2076	PARAFUSO SE 8.8 M8X16	
(8)	1	020307.D2047	PARAFUSO SE 8.8 M8X25	
(9)	2	020307.21094	PARAFUSO SI M8X12	
(10)	4	020302.33006	Anilha de Mola 12mm	
(11)	4	020307.D2048	PARAFUSO SE 8.8 M12x25	
(A)	1	020211.11162	UNIAO PASSAGEM BSP - 1" (C/ SEXTAVADO 41mm)	
(B)	2	020211.11160	UNIAO PASSAGEM BSP - 1/2"	
(C)	1	0204GER014Z28	Casq. c/ porca 1"	
(D)	1	0204GER016Z13	União passagem SV28L Alterada	
(E)	1	020211.11161	UNIAO PASSAGEM BSP - 3/4"	
(F)	1	020211.11182	UNIAO PASSAGEM BSP - 1.1/4" (C/ SEXTAVADO 50mm)	

0204PRD998A20 - KIT HIDRÁULICA CATERPILLAR 320		Grupo 4 4.4 - 2		
0204KIT005Z10 - KIT LIGAÇÕES COLETOR DE LANÇA / PROCESSADOR				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
LIGAÇÕES COLETOR - PROCESSADOR				
(1)	2	0204GER086Z10	Abraçadeira dos Tubos Lança	
	2	020318.31008	Manilha Galvanizada - 1/2" (13 mm)	
	5	020310.11008	Porca Hex Freada - M12	
	2	020307.21026	Parafuso SI - M12x70 (12.9)	Rosca parcial
	3	020307.D2043	Parafuso SE Niquelado - M12x25 (8.8)	
	1	020302.18007	Anilha Plana 12x27 mm	
(2)	1	020318.10003	Corrente Ferro Zincada - 5 mm	1600 mm
	3 + 2	020307.D2028	Parafuso SE Niquelado - M6x25 (8.8)	
	3 + 2	020310.11009	Porca Hex Freada - M6	
	6 + 2	020302.16002	Anilha de Chapa Extra Larga - 5 mm	
	1	020307.D1027	Parafuso SE 8.8 M8x40	
	1	020302.18009	Anilha Plana 8 mm	
	1	020310.11008	Porca Hex Freada 8 mm	
	1	020318.11001	Manga (mola) Amarela Protecplast - 80x90mm	3500 mm
(3)	2	020318.11006	Manga (mola) Amarela Protecplast - 76mm	3000 mm
(4)	2	020318.31004	Manilha Galvanizada - 11 mm	
	4	020307.21040	PARAF SE M10x66 8.8	
	2	020338.11087	Cabo de aço 8mm	380 mm
(4)	2	Tubos Proteção Manga Lança		320 mm
		(R2T 3/8", 4 Manguitos 3/8")		
	1	Tubo L1 - Tubo de Pressão, liga do bloco do berço ao passador na lança (42H 1", Curva 90 BSP 1", Fêmea 1" BSP)		3500 mm
	1	Tubo L2 - Tubo de Retorno, liga do bloco do berço ao passador na lança (42H 1. 1/4", Curva 90 BSP 1.1/4", Fêmea 1.1/4" BSP)		3500 mm
	1	Tubo L3 - Tubo de Dreno, liga do bloco do berço ao passador na lança (R2T 3/4", Curva 90° BSP 3/4", Fêmea 3/4" BSP)		3500 mm
	1	Tubo L4 - Tubo do Cabo, liga do bloco do berço ao passador da lança (42H 3/4", Curva 90 SAE 3000 3/4", Fêmea 3/4" BSP)		3500 mm
	2	Tubo L5 - Tubo do Rotor, liga do bloco do berço ao passador na lança (42P 1/2", Fêmea 1/2" BSP, Curva 45° 1/2" BSP)		3700 mm
		Nota: CASO PRETENDA USAR 2 MANGAS DE 76MM		

0204PRD998A20 - KIT HIDRÁULICA CATERPILLAR 320				Grupo 4 4,4 - 3
0204KIT006Z10 - KIT LIGAÇÕES TUBAGENS METÁLICAS / COLETOR DA LANÇA				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
TUBAGENS LANÇA - COLETOR DA LANÇA				
	1		Tubo G1 de Pressão, liga da primeira lança (tubos metálicos) ao colector da lança (43H 1", Curva 45º 1" BSP, Flange SAE 6000 1" - 020213.4P002 Vedante Flange SAE- 1")	1500 mm
(1)	2	020211.87002	Meias luas tubos pressão (mantem parafusos)	
	1		Tubo G2 de Retorno, liga da primeira lança (tubos metálicos) ao colector da lança (43H 1.1/4", Curva 45º 1.1/4" BSP, Fêmea 1.1/4" BSP)	1500 mm
(2)	1	0204PRC340C13	Falange Retorno (1.1/4" BSP)	
	1	020213.4P003	Anilha vedação	
	1		Tubo G8 de Dreno, liga da primeira lança (tubos metálicos) ao colector da lança (R2T 3/4", Macho S25 3/4", Fêmea 3/4" BSP)	1800 mm
	1		Tubo G4 do Cabo, liga da primeira lança (tubos metálicos) ao colector da lança (R2T 1", Macho S25 1", Curva 90º L28 1")	1500 mm
	2		Tubo G6 do Rotor, liga da primeira lança (tubos metálicos) ao colector da lança (43P 1/2", Curva 45 1/2" BSP, Fêmea ORFS 1.3/16-12-1/2")	1600 mm
	1	0204PRC341C13	Falange rotor 1.3/16" BSP	
	1	020213.4P001	Anilha vedação 3/4"	
	1	020213.1E616	O-ring 18,77x1,78	
Debitar Manga				
	2000	020318.11012	MANGA (MOLA) PLASTICO PRETA - 27x32mm (3/4")	
	3300	020318.11009	MANGA (MOLA) PLASTICO PRETA - 35x40mm (1")	
	1700	020318.11013	MANGA (MOLA) PLASTICO PRETA - 44x50mm (1,1/4")	
	3500	020318.11008	MANGA (MOLA) PLASTICO PRETA - 20x25mm (1/2")	
Nota Tubagens: LANÇA GRANDE OS TUBOS AUMENTAM 500MM				

0204PRD998A20 - KIT OPCIONAL RADIADOR ÓLEO CATERPILLAR				Grupo 5 5.1 - 1
				
0204KIT006Z10 - KIT RADIADOR ÓLEO				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
Bomba Hidráulica e Motor Radlador				
(1)	1	020216.12023	Bomba PLP 20 CASAPPA c/flanges	
	1	MAQUINADO	Flange Aperto Bomba	
	1	MAQUINADO	Casquilho ligação velos das bombas	
	2	020216.22007	Flange 90° 4 Furos p/motor radiador 1/2"-3/8"	
	1	020211.11028	CASQUILHO MXM 1/2" X 3/4"	
	3	020211.11024	CASQUILHO MXM 1/2" X 3/8"	
	4	020211.48008	Usit 1/2"	
	1	020307.21046	PARAF SI M10x30 10.9	
	1	020211.11020	CASQUILHO M-M 1/4"X1/4" (alterado para M12x1,6 num dos lados)	
	1	020213.4H010	Anilha de Cobre 13mm	
Fixação Caixa e Radiador				
	1	0204PRT800R16	Caixa Radiador Hidráulico Grande	
	1	0204PRT820R16	Caixa Radiador Hidráulico Médio	
	1	020204.11028	Arrefecedor Hidráulico 300L/min c/ Ventulinha e Motor	Grande
	1	020204.11028	Arrefecedor Hidráulico 300L/min c/ Ventulinha e Motor	Pequeno
	2	020211.11116	Casquilhos BSP M-M 1.1/2" x 1"	OPÇÃO 1
	2	020211.11030	Casquilhos BSP M-M 1.1/4" x 1"	OPÇÃO 2
	2	020213.4G018	USIT 1.1/2"	OPÇÃO 1
	2	020213.4G017	USIT 1.1/4"	OPÇÃO 2
(2)	3	020307.D2106	Parafusos Fixação Caixa Radiador M14x110	
	1	020310.11006	Porca Freada 14mm	
	2	020302.16008	Anilha plana 14mm	
	6	020303.28003	Apolos 40x30 - M8 F-F	
	6	020302.16006	Anilha plana L 8mm	
	2	020302.16008	Anilha plana 8mm	
	4	020302.33007	Anilha de mola 8mm	
	6	020307.D1027	Parafusos DE M8x40 8.8	
Aspiração à Bomba				
(T1)	1	Tubo Aspiração à Bomba (2T 3/4", Curva 45° 3/4", Direita 3/4"+ Manguito 3/4")		400 mm
(3)	1	MAQUINADO	Falange SAE 3000 (Maquinada)	
	1	020213.4G002	Usit 3/4"	
	1	020211.11027	CASQUILHO MXM 3/4" BSP	


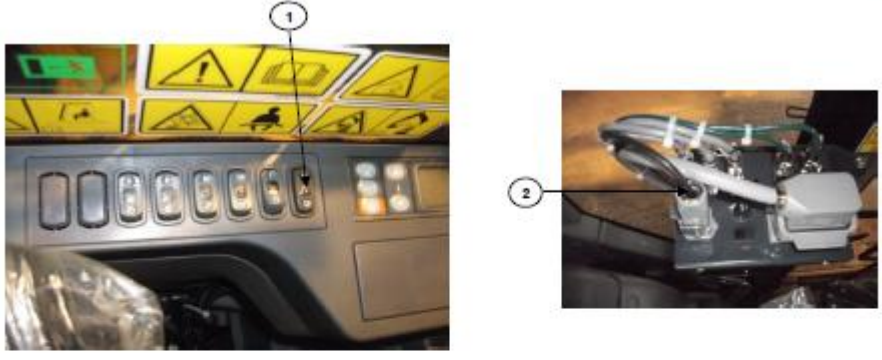
0204PRD998A20 - KIT OPCIONAL RADIADOR ÓLEO CATERPILLAR				Grupo 5 5.1 - 1
0204KIT006Z10 - KIT RADIADOR ÓLEO				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
(T2)	1		Tubo Pressão, liga da bomba ao motor do radiador (2T 3/8", Fêmea 3/8" BSP, Curva 90° 3/8" BSP, Manguito 3/8")	2750mm
Retorno/Dreno Radiador				
(T3)	1		Tubo de Retorno, liga do Cimo Radiador ao depósito (2T 1", Curva 90° 1" BSP, Fêmea 1" BSP, Manguito 1" BSP)	2200 mm
		MAQUINADO	CASQUILHO SLD 1" BSP	
(1)		020211.31008	Joelho 45° Orientável MxM 1"x1" BSP	
(T4)	1		Tubo de Retorno, liga do motor do radiador ao Tanque (2T 3/8", Fêmea 3/8" BSP, Manguito 3/8" BSP)	1550 mm
(T5)	1		Tubo de Dreno motor do radiador (2T 1/4", Curva 90° 1/4" BSP, Fêmea 11/16" - 1/4" ORFS, Manguito 1/4")	2000 mm
(T6)	1		Tubo liga do tubo metálico ao Radiador (Fundo) APROVEITAR TUBO MAQ. (4T 1", Curva 90° 1" BSP, Flange super Cat 1.1/4" x 1", Manguito 1")	400 mm
Ligação Drenos da válvula 8 vias e motor do Radiador				
(2)	2	020211-42001	T6 M-M-F 11/16" ORFS	

0204PRD998A20 - KIT OPCIONAL GUINCHO HIDRÁULICO				Grupo 5 5.2 - 2
0204KIT001Z10 - KIT GUINCHO HIDRÁULICO				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
Tubos Guincho				
(T1)	2		Tubo ligação Distribuidor à válvula 6 vias (4T 3/4", Fêmea SAE 6000 3/4" - 3/4", Fêmea ORFS 1.3/16" - 3/4")	1500 MM
	4	020211.87001	Melas Luas SAE 6000 3/4"	
	8	020307.21044	PARAF Ø1 M10X35	
	2	020218.4P001	Anilhas de vedação 3/4"	
(T2)	2		Tubo ligação da válvula 6 vias ao guincho (4T 1/2", Fêmea ORFS 1.3/16" - 1/2", Curva 90° ORFS 1" - 1/2")	4000 MM
(T3)	1		Tubo ligação da válvula 6 vias ao tubo metálico lado da cabine (4T 3/4", Curva 90° ORFS 1.3/16"-3/4", Flange SUPERCAT 1"-3/4"(020211.12018), O-ring(020218.1F047))	800 MM
(T4)	1		Tubo ligação da válvula 6 vias ao tubo metálico lado de fora (4T 3/4", Curva 90° ORFS 1.3/16" - 3/4", Fêmea ORFS 1.3/16" - 3/4")	800 MM
(T8)	1		Tubo de Dreno do guincho à válvula 6 vias (2T 1/4", Curva 90° ORFS 9/16" - 1/4", Fêmea ORFS 9/16" - 1/4")	4500 MM
(T7)	1		Tubo de Dreno da válvula 6 vias ao tubo dreno da máquina (2T 1/4", Fêmea ORFS 9/16" - 1/4", Macho Pressar ORFS 11/16" - 1/4")	1400 MM

0204PRD998A20 - KIT OPCIONAL GUINCHO HIDRÁULICO				Grupo 5 5.2 - 3
0204KIT006Z10 - KIT GUINCHO HIDRÁULICO				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
Guincho Hidráulico				
Fixação do Guincho				
(1)	1	020221.12001	Guincho Elevação Hidráulico TN22 - 2500 kg	
	1	020336.11089	Cabo Aço 10mm	
	4	020307.D1064	PARAF DE M16X50 10.9	
	2	020302.33003	Anilha Mola 16mm	
Fixação da Roldana				
	2	020336.11088	Serracabo 3/8 - 10mm	
(2)	1	020336.11029	Gancho c/ Olhal giratorio c/ Patilha - 1500kg	
	4	020307.D1067	PARAF DE M14X40 - 10.9	
	4	020302.33004	Anilha mola - 14mm	
Ligação Hidráulica do Guincho				
	2	020211.12034	Junção Macho-Macho ORFS 1"-14x1/2" BSP	
	1	020211.12026	Junção Macho-Macho ORFS 9/16"-18x1/4" BSP	
Fixação dos Tubos				
(3)	1	020301.24001	Par maxilas duplas - 25mm	
	1	020301.26001	Placa Superior DP Gr.3 Dupla - 25mm	
	1	020307.D2013	PARAF DE M8X60 8.8	
	0,7	020318.11013	Manga Plástica Preta - 44x50 (1,1/4")	
Nota Lubrificação do Guincho: Óleo Tellus 48; Quant: 2,6Litros				

0204PRD997A20 - KIT ELÉCTRICO CATERPILLAR 320				Grupo 4 4.1 - 1
0204KIT010Z10 - KIT JOYSTICKS				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
PUNHOS				
(1)	1	0204COM008Z20	Punho Esquerdo c/ cabo completo	
	1	020120.70015	Ficha auto 4 ligadores, macho	
	1	020120.70018	ficha auto 4 ligadores, fêmea	
	1	020120.70019	Ficha auto 3 ligadores, macho	
	1	020120.70020	ficha auto 3 ligadores, fêmea	
	2	020120.70013	Ficha auto 2 ligadores, macho	
	2	020120.70014	ficha auto 2 ligadores, fêmea	
	11	020120.70003	Terminal macho p/ ficha auto	
	11	020120.70004	Terminal fêmea p/ ficha auto	
(2)	1	0204COM118Z10	Cabo da Impressora	
(3)	1	0204COM003Z10	Punho Direito c/ cabo	

0204PRD997A20 - KIT ELÉCTRICO CATERPILLAR 320				Grupo 4 4.2 - 1
0204KIT011Z10 - KIT DISPLAY E SUPORTE				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
DISPLAY E SUPORTE				
(1)	1	020112.12007	Display Bauer-Danfoss Programado	
(2)	1	0204COM102Z20	Cabo da Consola Danfoss	
(3)	1	0204PRD880A12	Suporte consola	
	1	020307.D3007	Parafuso SE 8.8 M4x16	
	3	020307.D3008	Parafuso SE 8.8 M4x10	
	4	020302.18012	Anilha plana 4 mm	
	1	020301.42009	Abrac Metal c/ Prot Borracha - 8-12 mm	
	1	020301.42012	Abrac Metal c/ Prot Borracha - 8-15 mm	

0204PRD997A20 - KIT ELÉCTRICO CATERPILLAR 320				Grupo 4 4.3 - 1
				
0204KIT012Z10 - KIT COMANDO E SUPORTE				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
COMANDO E SUPORTE				
(1)	1	0204COM001Z20	Comando Completo Danfoss Programado	
(2)	1	0204COM007Z63	Chapa Fixação Comando Caterpillar	
	4	020307.D2028	Parafuso 3E 8.8 M6x16	
	4	020302.18010	Anilha plana 6 mm	
	4	020302.33008	Anilha mola 6 mm	
(3)	3	020307.D2077	Parafuso 3E 8.8 c/ anilha falsa M8x20	
	3	020310.33003	Porca cravar M8	
	1	020301.42012	Abrac Metal c/ Prot Borracha 8-15 mm	
	50	020301.62003	Abraçadeira plástico 200x4.8 mm	
0204PRD997A20 - KIT ELÉCTRICO CATERPILLAR 320				Grupo 4 4.4 - 1
				
0204KIT013Z10 - KIT ALIMENTAÇÃO				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
ALIMENTAÇÃO				
(1)	1	020128.21021	Interruptor CAT (Guincho)	
	1	020141.14001	Relé Auto RLP/4-24 - 24VDC - 22A	
	1	020141.14003	Ficha (Suporte) p/ Relé Auto	
	4	020120.70004	Terminal Fêmea p/ Ficha	
	1	020114.13014	Diodo 1N4001	
	2500	020106.21004	Cabo Mult. 1/0.75mm 3 condutores	
(2)	1	0204COM101Z10	Cabo da Alimentação	
	0,1	020132.11001	Manga Termoretrátil flex 2,4 mm	

0204PRD997A20 - KIT ELÉCTRICO CATERPILLAR 320				Grupo 4 4.5 - 1
0204KIT014Z10 - KIT CONTROLO DE BOMBAS				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
CONTROLO DE BOMBAS				
(1)	2	0204COM106Z10	Cabo da Processadora	
	4	020147.12004	Pont simples amarela - 1 mm	
(2)	2	020212.1D002	Ficha GDM Preta	
	4	020147.12004	Pont simples amarela - 1 mm	
	0,12	020132.11006	Manga Termoretractil 16-4 c/ cola	
0204PRD997A20 - KIT ELÉCTRICO CATERPILLAR 320				Grupo 4 4.6 - 1
0204KIT015Z10 - KIT LIGAÇÕES ELÉTRICAS DA LANÇA				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
CABO DA LANÇA GRANDE E CAIXA DE LIGAÇÕES DA LANÇA				
(1)	1	020104.44004	Bucim metalico PG 13,5	
	16	020106.21008	Cabo Multifilar 25x1mm	
	24	020147.11001	Contacto macho harting	
	1	020120.14004	Ficha macho HAN 24DD	
	1	020120.84006	Capot Harting entrada Lat 6B 24 pinos	
(2)	1	0204COM096Z10	Caixa de ligações da Lança	
	25	020147.12008	Ponteira 0,75mm ²	
	25	020147.12004	Ponteira 1mm ²	

0204PRD994A20 - KIT ILUMINAÇÃO CATERPILLAR 320				Grupo 5 5 - 1
0204PRD994A20 - KIT ILUMINAÇÃO CATERPILLAR 320				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
(1)	1	PRD886A12	Suporte fusíveis e relés	
	5	020307.D2087	Parafuso 3E M5x16mm c/ anilha falsa	
	35	020301.62003	Abraçadeira Plástica 200x4,8	
	4	020307.D2079	Parafuso 3E M6x20mm c/ anilha falsa	
	3	020301.42001	Abraç Met c/ prot. De borracha 35-15mm	
	3	020141.14004	Relé auto RLAC/4-24 - 24V DC - 40A	
	3	020126.22008	Fusível auto MAXI 20A	
	0,2	020132.11002	Manga termoretractil 5mm	
	0,2	020132.11005	Manga termoretractil 16-4 c/ cola	
	1	020123.11003	Fita isoladora	
	4	020120.70004	Terminal fêmea p/ ficha	
	1		Terminal macho p/ ficha	
	4	020120.70011	Ficha auto fêmea 1 ligador	
	1		Ficha auto macho 1 ligador	
	1	0204COM194Z10	Cablagem de iluminação principal e Lança	
	1	0204COM196Z10	Cablagem de iluminação cabine frente	
	1	0204COM198Z10	Cablagem de iluminação cabine trás	
(2)	2	MD	Interruptor iluminação	ORIGEM
(3)	12	0204COM043Z10	Projector Hella completo	
	4	020310.11008	Porca Hex Freada M5	
	4	020302.18010	Anilha Plana 5mm	
	2	020307.D2045	Parafuso 10x25 8.8	
	2	020302.18008	Anilha Plana 10mm	
	2	020302.33008	Anilha Mola 10mm	

0204PRD994A20 - KIT OPCIONAL PÁS REVERSÍVEIS CATERPILLAR 320				Grupo 6 6 - 1
0204PRD994A20 - KIT OPCIONAL PÁS REVERSÍVEIS E GUINCHO				
Peça	Qt.	Código	Descrição	Obs.
Kit Elétrico Pás Reversíveis				
(1)	1	020160.21008	Kit Completo Pás Reversíveis CleanFix	
(2)	1	0204PRC880C16	Chapa Fixação Caixa Comando	
	1	020307.21036	Paraf 3/16 M10x100 - 12.9 (Curtar 3mm)	
	4	020307.D2028	Paraf 3/8 M6x25 8.8	
	1	020310.11008	Porca Freada M6	
	1	020302.18010	Anilha plana 6 mm	
	1	020301.42008	Abraçadeira Met. c/Proteção Borracha 12-15	
	4	MAQUINADO	Anilhas Chapa Proteção Ventuinha 40x10x0.5	
Kit Elétrico Guincho Hidráulico				
	4		Cabo Multif 2x1	
	1	020212.10002	Ficha GDM Preta	
	1	020147.12004	Pont. Simples 1 mm	
	2		Bicha Espiral 9/11	
(3)	1	020141.14001	Relé Auto RLP14-24 - 24VDC - 22A	
	1	020141.14003	Ficha (Suporte) p/ Relé Auto	
	4	020120.70004	Terminal Fêmea p/ Ficha	
	1	020128.21021	interruptor CAT (Guincho)	

Plano de Manutenção							VICORT			
INTERVALO							TRABALHOS DE MANUTENÇÃO			
D	S	M	A	500 H	1000 H	Equipamento	Actividades	Consumíveis	Código	
X							Manter a Máquina e o espaço envolvente limpo e ordenado.		TM01	
X							Verificar os níveis de óleo hidráulico/Barramento/Refrigeração.		TM02	
X							Verificar aperto grampos e bucha e ferramentas.		TM03	
X							Limpar as Limalhas junto das Ferramentas e acessórios.		TM04	
X							Verificar/Limpar barramentos.		TM05	
X							Verificar Pressão de óleo.		TM06	
	X						Verificar contaminação do líquido refrigerante.		TM07	
	X						Lubrificar partes móveis e pontos de Lubrificação.	Mobilux grease 2	TM08	
					X		Verificar/limpar Filtro de óleo.		TM09	
	X					TORNO	Verificar existência de fugas de óleo.		TM10	
		X				MECÂNICO	Substituir óleo hidráulico.	Shell Tellus 46	TM11	
					X		Limpar quadro elétrico e verificar conectores.		TM12	
			X			CEGONHEIRA	Verificar folga na árvore e barramento.		TM13	
X						ERG 300	Verificar Lubrificação de Barramentos.		TM14	
	X						Verificar existência de ruídos/Anomalias.		TM15	
		X					Verificar nivelamento da máquina.		TM16	
		X					Substituir Filtro óleo hidráulico.	ISO VG68	TM17	
			X				Verificar/ajustar tensão das Correias Trapezoidais		TM18	
									TM19	
									TM20	
									TM21	
									TM22	



Plano de Manutenção						VICORT		
INTERVALO						TRABALHOS DE MANUTENÇÃO		
D	S	M	A	500 H	1000 H	Equipamento	Actividades	Consumíveis
X							Manter a Máquina e o espaço envolvente limpo e ordenado.	
X							Verificar os níveis de óleo hidráulico.	
X							Verificar aperto matrizes e barramento.	
X							Limpar as ferramentas e acessórios.	
	X						Verificar/Limpar barramentos e matrizes.	
X							Verificar Pressão de óleo.	
							Verificar contaminação do líquido refrigerante.	
	X						Lubrificar partes móveis e pontos de Lubrificação.	Mobilux grease 2
					X		Verificar/limpar Filtro de óleo.	
	X					QUINADEIRA	Verificar existência de fugas de óleo.	
			X				Substituir óleo hidráulico.	Shell Tellus 46
					X		Limpar quadro elétrico e verificar conectores.	
			sem			COLLY	Verificar folga nas matrizes.	
						QHD 17030	Verificar Lubrificação de Barramentos.	
	X						Verificar existência de ruídos/Anomalias.	
		X					Verificar nivelamento da máquina.	
		X					Substituir Filtro óleo hidráulico.	ISO VG68
							Verificar/ajustar tensão das Correias Trapezoidais	



Plano de Manutenção						VICORT®			
INTERVALO						TRABALHOS DE MANUTENÇÃO			
D	S	M	A	500 H	1000 H	Equipamento	Actividades	Consumíveis	Código
X							Manter a Máquina e o espaço envolvente limpo e ordenado.		TM01
X							Verificar os níveis de óleo hidráulico.		TM02
X							Verificar aperto lâmina e batentes.		TM03
X							Limpar as chapas no exterior da máquina.		TM04
X							Verificar/Limpar plano de corte.		TM05
X							Verificar Pressão de óleo.		TM06
							Verificar contaminação do líquido refrigerante.		TM07
	X						Lubrificar partes móveis e pontos de Lubrificação.	Mobilux grease 2	TM08
					X		Verificar/limpar Filtro de óleo.		TM09
	X					GUILHOTINA	Verificar existência de fugas de óleo.		TM10
			X				Substituir óleo hidráulico.	Shell Tellus 46	TM11
					X		Limpar quadro elétrico e verificar conectores.		TM12
				X		HACO	Verificar folga na lâmina.		TM13
						TS 3012	Verificar Lubrificação de Barramentos.		TM14
	X						Verificar existência de ruídos/Anomalias.		TM15
			X				Verificar nivelamento da máquina.		TM16
			X				Substituir Filtro óleo hidráulico.	ISO VG68	TM17
							Verificar/ajustar tensão das Correias Trapezoidais		TM18
									TM19
									TM20
									TM21
									TM22

